

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

На правах рукописи

КЕРИМОВ АРТУР АСЛАНОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТАКТИКИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
БОЛЬНЫХ СО СТАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ
ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ**

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Доктор медицинских наук, доцент
Давыдов Денис Владимирович

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1. Этиология и патогенез заболевания	12
1.2. Функциональная анатомия стопы	13
1.3. Виды, определения и классификация статических деформаций переднего отдела стопы	15
1.4. Методы исследования статических деформаций стопы человека	19
1.5. Консервативные методы лечения статических деформаций переднего отдела стопы	23
1.6. Предоперационное планирование	24
1.7. Наиболее эффективные методики хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы	27
1.8. Малоинвазивная хирургия переднего отдела стопы	33
1.9. Послеоперационные осложнения	36
Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1. Планирование исследования	39
2.2. Общая характеристика больных со статическими деформациями переднего отдела стопы	40
2.3. Статистическая обработка данных	44
2.4. Методы клинического обследования	46
2.4.1. Методы предоперационного обследования	46
2.4.2. Методика предоперационного планирования	51
2.4.3. Методы послеоперационного обследования	53
2.5. Характеристика собственного материала	55
2.5.1. Клинико-хирургическая классификация статических деформаций переднего отдела стопы	56
2.5.2. Характеристика собственного материала и усовершенствованной методики предоперационного планирования хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы	58
2.5.3. Определение наиболее эффективных и малотравматичных методов хирургической коррекции статических деформаций первого «луча» стопы	59
2.5.4. Определение наиболее эффективных и малотравматичных методов хирургической коррекции статических деформаций латеральных «лучей» стопы ..	60
2.5.5. Характеристика собственного материала и методов исследования клинической эффективности предложенного алгоритма хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы и анализ послеоперационных осложнений	63
2.5.6. Экспериментальный этап	66
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЯ	71

Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА КЛИНИЧЕСКОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	80
4.1. Результаты анализа соответствия разработанной рабочей клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы традиционным классификациям	80
4.2. Результаты сравнительного анализа усовершенствованной методики предоперационного планирования хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы.....	82
4.3. Результаты анализа методов хирургической коррекции статических деформаций первого «луча» стопы	88
4.4. Результаты анализа методов хирургической коррекции статических деформаций латеральных «лучей» стопы.....	94
4.5. Анализ клинической эффективности и послеоперационных осложнений предложенной тактики хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	109
ВЫВОДЫ	116
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	117
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	121
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Балльно-оценочная таблица первого луча и первого пальца AOFAS.....	141
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Балльно-оценочная таблица 2–5-го пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов AOFAS....	143

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Среди заболеваний опорно-двигательного аппарата статические деформации стоп по частоте занимают одно из ведущих мест [1; 4; 10; 23; 27]. Указанная патология встречается у 20,0–62,6% обследованных. При этом поперечное плоскостопие наблюдается в 55,2%, продольное – в 29,3% [135; 152].

Hallux valgus является наиболее распространенным заболеванием из числа статических деформаций стоп [11; 15; 23; 28]. Термин «вальгусная деформация» впервые был введен в 1871 году Karl Heuter [70; 89], который определил его как «латеральное отклонение первого пальца стопы от срединной плоскости тела», которое вместе с медиальным отклонением первой плюсневой кости, сопровождается статическим подвывихом первого пальца [120; 199].

Вальгусная деформация первого пальца, или hallux valgus, является одной из наиболее частых причин посещения врача ортопеда [77; 86], при этом пациенты помимо боли в переднем отделе стопы предъявляют жалобы на нарушения нормальной походки [134; 136] и падения у пожилых людей [153; 204]. Почти у 60% пациентов с поперечным плоскостопием выявляются деформации первого и латеральных «лучей» в различных сочетаниях [27].

Несмотря на то, что статические деформации переднего отдела стопы широко освещаются в исторической и современной литературе, некоторые авторы говорят о том, что трудно определить истинную распространенность патологии [8; 135; 170]. Систематические различия по полу и возрасту были наглядно продемонстрированы в исследовании Nix в 2010 г. [146], показавшего, что распространенность патологии среди женщин была в 2,3 раза выше, чем у мужчин. Недавние крупномасштабные эпидемиологические исследования показали, что у людей старше 30 лет распространенность среди женщин равна 38% по сравнению с 21% у мужчин [170], а опрос пожилых людей сообщил, что распространенность у женщин равна 58% и 25% среди мужчин [83]. Тенденция к увеличению распространенности вальгусной деформации с возрастом подтверждается и другими исследованиями [33; 133].

В настоящее время нет ни одной идеальной классификации, а показатели, используемые для определения легкой, умеренной или тяжелой степени статической деформации переднего отдела стопы, не «выгравированы в камне» [68].

Традиционные классификации поперечного плоскостопия основаны на оценке угла отклонения первого пальца относительно плюсневой кости по рентгенограммам, т.е. оценивают лишь медиальный отдел стопы [107; 155]. Другие системы оценки поперечного плоскостопия учитывают не только отклонение первого пальца по отношению к первой плюсневой кости, но и наружную ротацию проксимальной фаланги, а также дегенеративные изменения внутри первого плюснефалангового сустава [31; 96; 187]. Однако, тяжесть вальгусной деформации классифицируется традиционно на основании измерения известных рентгенологических критериев (M1M2, PASA и т.д.), что осложняется пресловутым человеческим фактором – неодинаковым восприятием специалистами рентгенограмм, кроме того, доказана разница между данными измерений PASA по рентгенограммам и интраоперационно [28].

В литературе описано множество алгоритмов предоперационного планирования, основанных на традиционных классификациях и рекомендующих при каждой степени поперечного плоскостопия выполнять конкретные хирургические вмешательства [8; 9; 14; 206]. Это еще раз подчеркивает отсутствие единых подходов к хирургическому лечению статических деформаций переднего отдела стопы.

Уровень информированности, а соответственно и требований пациентов, приходящих на консультацию к ортопеду, благодаря интернету, значительно повысился. Они знают «все» про свою патологию и про методы лечения. Даже пожилые пациентки не хотят мириться с невозможностью надеть модельную обувь, болью и косметическими дефектами стопы [132].

В настоящее время применяются более 130 различных хирургических вмешательств для коррекции статических деформаций переднего отдела стопы, но большая часть из них имеет лишь историческое значение, еще часть используется только в некоторых клиниках [5; 17; 68; 109].

Операции на переднем отделе стопы разделяют на операции на мягких тканях и остеотомии, однако при современных подходах к лечению вальгусной деформации первого пальца мягкотканые операции, как правило, являются дополнением к костным, так как изолированные мягкотканые коррекции малоэффективны [185]. Mann and Coughlin доказали, что изолированные операции на мягких тканях уменьшают HVA и M1M2, но частота варусного искривления первого пальца увеличивается на 11% [121].

В настоящее время для коррекции деформаций переднего отдела стопы наиболее популярны остеотомии, которые должны быть легко осуществимы и воспроизводимы, а сама техника операции универсальной, чтобы одномоментно исправлять все необходимые углы [65].

Scarf-остеотомия позволяет выполнить практически любой тип перемещения остеотомированной головки плюсневой кости в соответствии с предоперационным планированием, имеет высокую степень биомеханической стабильности, являясь более стабильной, чем базальные, поэтому и является универсальной процедурой для коррекции вальгусной деформации первого пальца [31; 164; 186; 193].

Исследования показали, что клинические результаты scarf-остеотомий выгодно отличаются от базальных остеотомий, а частота осложнений варьирует от 4% до 11% [61; 202; 214]. Эта остеотомия традиционно рекомендуется при M1M2 от 18° до 20° [164; 202], однако опытные хирурги используют ее и при более тяжелых деформациях [44; 76; 186].

За последние несколько лет хирургия стопы, а особенно миниинвазивная, стала одной из самых изучаемых специализаций в ортопедии. Понимание биомеханики, растущих социальных потребностей и постоянное внедрение технологических новинок в хирургию стопы позволили корректировать практически любую патологию [70].

Преимуществами миниинвазивной хирургии стоп по сравнению с традиционными открытыми методами являются: минимальная хирургическая травма, меньший риск развития осложнений, сокращение время операции и процесса реабилитации [66; 119; 138; 215].

Малоинвазивные методы, которые описаны в научной литературе, могут быть применены в лечении вальгусной деформации первого и латеральных пальцев стопы, невромы Мортонa [84; 119; 209].

Развитие малоинвазивной хирургии радикально меняет стратегии лечения, используемые в хирургии стопы [63; 84; 94]. Однако, несмотря на стремление к минимизации хирургической агрессии, жалобы пациента и качество проведенной операции остаются основными приоритетами [115].

Несмотря на отсутствие проспективных рандомизированных исследований, сравнивающих результаты чрескожной хирургии и традиционной техники, некоторые признаки «идеального метода» следует рассматривать с определенной осторожностью [95; 173].

Таким образом, в хирургии стопы, существует ряд нерешенных вопросов, касающихся не только методов выбора операционной техники, но и предоперационного планирования. Решению этих проблем и посвящено экспериментально-клиническое исследование.

Цель работы: улучшение результатов хирургического лечения пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы.

Задачи исследования:

- 1) разработка и внедрение клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы;
- 2) создание усовершенствованной методики предоперационного планирования статических деформаций переднего отдела стопы;
- 3) определение наиболее эффективных и малотравматичных методик дистальных остеотомий для I–V плюсневых костей стопы;
- 4) определение безопасных скоростных характеристик силовых установок, применяемых для перкутанных остеотомий;
- 5) исследование клинической эффективности и анализ послеоперационных осложнений предложенной тактики хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы.

Научная новизна

Разработана и внедрена в повседневную практику принципиально новая, удобная в использовании, легко запоминающаяся клинико-хирургическая классификация статических деформаций переднего отдела стопы, упрощающая первичный отбор пациентов для углубленного обследования и преемственность между ортопедами амбулатории и стационара.

Предложена модифицированная методика предоперационного планирования на переднем отделе стопы, позволяющая определять показания и степень хирургической коррекции всех «лучей» стопы при выраженных деформациях ее переднего отдела.

На основании клинико-рентгенологического анализа результатов лечения пациентов, оперированных в ГВКГ им. Н.Н. Бурденко, определены наиболее эффективные и малотравматичные методики дистальных остеотомий, отдельно для первого и для латеральных лучей стопы, а также разработан и внедрен в повседневную практику алгоритм выбора операций при статических деформациях переднего отдела стопы.

Впервые экспериментальным путем на моделях животных определены наиболее эффективные и безопасные скоростные пределы буров-роутеров силовых установок, применяемых для перкутанных остеотомий. В процессе данного эксперимента на основании рентгенологического и гистологического исследований определена максимально возможная безопасная скорость вращения бура-роутера.

Практическая значимость

Предложенные и апробированные в госпитале клинико-хирургическая классификация, модифицированная методика предоперационного планирования с алгоритмом выбора метода хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы позволили улучшить анатомо-функциональные результаты хирургического лечения больных с указанной патологией.

Экспериментальным путем выявлен наиболее безопасный и эффективный скоростной диапазон высокооборотистых силовых установок при остеотомиях плюсневых костей.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Созданная клинико-хирургическая классификация статических деформаций переднего отдела стопы и модифицированная методика предоперационного планирования хирургического лечения удобны в применении, позволяют более эффективно по сравнению с традиционными методиками определять объём хирургического вмешательства, особенно у пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы III степени.

2. Остеотомия «mini-scarf» является наиболее стабильной и малотравматичной из рассмотренных в исследовании, позволяет устранить основные виды деформаций первой плюсневой кости.

3. Для коррекции деформаций II–V «лучей» наиболее безопасными и малотравматичными являются чрескожные модификации остеотомии Weil для II–IV «лучей» и шевронной остеотомии – для V «луча».

4. При чрескожных остеотомиях плюсневых костей целесообразно ограничивать скорость вращения бура-роутера силовых установок в пределах 8000–12000 об. в минуту, т. к. превышение рекомендуемого диапазона ведет к формированию псевдоартроза остеотомированных фрагментов.

5. Предлагаемая тактика хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы позволяет эффективно провести предоперационное планирование и малотравматично устранить имеющиеся деформации.

Реализация работы

Основные положения диссертации нашли применение в клинической практике ЦТиО ФГБУ «ГВКГ им. ак. Н. Н. Бурденко» МО РФ, клинике кафедры Военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, ГБУЗ г. Москвы «НИИСМП им. Н. В. Склифосовского», ГАУЗ «ГКБ №7» г. Казани. По описанным автором методикам в настоящее время выполняется коррекция всем пациентам со статическими деформациями переднего отдела стопы, поступающим на лечение в ЦТиО.

Материалы исследований используются в учебном процессе при проведении занятий с клиническими ординаторами и адъюнктами на кафедре хирургии неотложных состояний и онкологии филиала ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 14.01.15 – травматология и ортопедия, область исследования п. 4 – экспериментальная и клиническая разработка методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы и внедрение их в клиническую практику.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, из них 3 – в журналах, рекомендованных ВАК, получен 1 патент на изобретение

Апробация работы. Данные настоящего исследования доложены на международных конференциях: «Применение современных технологий лечения в российской травматологии и ортопедии», Москва, 3–4 ноября 2016 г.; «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени. Новое в организации и технологиях», Санкт-Петербург, 16–17 февраля 2018 г.; конференция «Достижения российской травматологии и ортопедии», Санкт-Петербург, 11–13 апреля 2018 г.

Апробация диссертации состоялась на заседании кафедры травматологии и ортопедии медицинского института ФГАОУ ВО РУДН (протокол № 1 от 24.09.2019г.)

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 144 страницах, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, 2 глав собственных наблюдений, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы из 219 источников (29 отечественных и 190 иностранных авторов). Работа иллюстрирована 32 рисунками, 14 таблицами.

Автор выражает искреннюю и глубокую благодарность своим коллегам за практическую помощь при выполнении и оформлении клинической и экспериментальной частей исследования, в том числе научному руководителю – профессору Кафедры травматологии и ортопедии ФГАОУ ВО «Российский университет

дружбы народов», доктору медицинских наук Д. В. Давыдову, за научное рецензирование всех этапов исследования, а также, заведующей экспериментальной лабораторией (с виварием) «ГВКГ им. ак. Н.Н. Бурденко» МО РФ Г. И. Мащенко, заведующему ПАО «ГВКГ им. ак. Н.Н. Бурденко» МО РФ д. м. н. А. Н. Бобину и врачу – патологоанатому С. Ю. Калинин у за предоставленную возможность выполнения экспериментальной части работы.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Этиология и патогенез заболевания

Вальгусная деформация первого пальца стопы и в общем статические деформации переднего отдела стопы полиэтиологичны, но, тем не менее, есть несколько общепризнанных основных предрасполагающих внешних и внутренних факторов. Внешние – хождение в обуви на высоком каблуке, ношение узкой обуви и избыточный вес [40; 97; 101; 106; 113; 134; 182; 216]. К внутренним факторам относят: наследственную предрасположенность, слабость сухожильно-связочного аппарата, продольное плоскостопие, пол, возраст, гипермобильность первого луча [65; 134; 153].

Наследственность – серьезный предрасполагающий фактор у некоторых пациентов, подтверждающийся семейным анамнезом в развитии данной патологии [90; 142].

Роль продольного плоскостопия является важным инициирующим фактором вальгусной деформации, а также, при наличии продольного плоскостопия деформация прогрессирует быстрее [163; 211]. Это особенно выражено у пациентов с ревматоидным артритом или при нейромышечных расстройствах [120]. При этом наличие продольного плоскостопия не снижает шансы на успех операции по поводу hallux valgus [67; 69].

Еще одной причиной развития поперечного плоскостопия и вальгусной деформации первого пальца является гипермобильность первого плюснеклиновидного сустава (ПКС1) [112; 144]. Таким пациентам рекомендуется [120] выполнять артродез ПКС1. Однако недавнее исследование показало, что коррекция деформации первого пальца с помощью комбинированных операций на мягких тканях с остеотомией первой плюсневой значительно увеличивает стабильность первого луча [92], это свидетельствует о том, что гипермобильность может быть вторичной [112; 149; 203].

Патогенез вальгусной деформации хорошо описывает Стефенс [189]. Вначале происходит ослабление тканей на медиальной стороне первого плюснефалангового сустава (ПФС1) и эрозия края головки первой плюсневой кости между

медиальной и латеральной сесамовидными костями [152]. Основная фаланга постепенно отклоняется кнаружи, а головка плюсневой кости кнутри. Вследствие атрофии из-за отсутствия нормального давления, появляется борозда на медиальной стороне суставного хряща головки плюсневой кости, что приводит к появлению медиального костного экзостоза [101; 115]. Бурсит развивается в ответ на чрезмерное давление обуви на этот экзостоз. Так как мягкие ткани на медиальной стороне становятся все более слабыми, головка плюсневой кости смещается кнутри так, что медиальная сесамовидная кость перемещается на место латеральной, а последняя смещается в межплюсневый промежуток [75; 170; 172]. Сухожилия длинного разгибателя первого пальца и длинного сгибателя первого пальца стопы мышцы перемещаются в латеральном направлении, таким образом, усугубляя деформацию. Мышца, приводящая первый палец, и латеральная головка короткого сгибателя первого пальца способствуют дальнейшему развитию деформации, и со временем они укорачиваются [51; 61; 67].

Из-за снижения подошвенного давления под первым лучом вследствие его недостаточности возникает перегрузка малых лучей. В результате этого, второй палец принимает молотчкообразную установку, а в дальнейшем происходит его вывих [189; 191]. Аналогичным образом происходит деформация и остальных малых лучей.

1.2. Функциональная анатомия стопы

Стопа человека – это уникальный и в тоже время сложный механизм, функционирование которого должно обеспечивать хорошую переносимость статической и динамической нагрузки в течение длительного времени под весом собственного тела. Благодаря способности к функциональной адаптации она претерпела целый ряд эволюционных изменений, характерных только для человека [102]. Пружинящая, или «рессорная», опорная и локомоторная функции стопы обеспечиваются особенностями анатомического строения [18; 21; 44].

В стопе различают продольный и поперечный своды. Внутренняя часть продольного свода образована пяточной, таранной, ладьевидной, тремя клиновидными и первыми тремя плюсневыми костями [24; 40; 41; 177; 196]. Наружная часть

продольного свода образована пяточной, кубовидной и двумя наружными плюсневыми костями. Помимо анатомических различий, они выполняют и различные функции. Так, наружная часть продольного свода стопы служит опорой при стоянии и ходьбе и ее называют опорным сводом, внутренняя пружинит при движении, поэтому внутреннюю часть продольного свода называют рессорным сводом [61; 147; 148].

Поперечный свод стопы хорошо выражен в области головок плюсневых костей. В норме стопа опирается в переднем отделе только на головки первой и пятой плюсневых костей, а головки второй, третьей и четвертой плюсневых костей образуют выпуклый свод, кроме того доказано, что при нагрузке поперечного свода в области головок плюсневых костей в норме не существует [147].

Также, своды стопы поддерживаются благодаря прочности связок, особенно длинной подошвенной связки и подошвенного апоневроза и мышцам, которые располагаются как продольно, так и поперечно [139; 148; 153; 157].

Стопа – физиологически обратимо деформируемая структура, в которой слаженная работа суставов, мышц стопы и голени, направление действий сухожилий стопы позволяет быстро адаптироваться к смене режимов [139; 142; 157]. Однако патология любого из звеньев запускает механизм общей деградации системы. Статические деформации стоп – это деформации, которые возникают вследствие перегрузок нижних конечностей [141; 147].

В результате статических деформаций стопа подвержена не только анатомическим изменениям, она не в состоянии эффективно выполнять свои функции, что сопровождается болевым синдромом, а в запущенных случаях приводит к инвалидизации пациентов [56; 108; 125]. При плоскостопии рессорная функция стопы ослабевает, что в свою очередь увеличивает нагрузки на коленные и тазобедренные суставы и сопровождается болевыми ощущениями в разных частях тела, расположенных далеко от стопы [22; 46; 137; 161].

1.3. Виды, определения и классификация статических деформаций переднего отдела стопы

К статическим деформациям стоп относятся: продольное, поперечное и комбинированное плоскостопие.

Продольное плоскостопие – это заболевание, сочетающее несколько статических и динамических деформаций, и определяется как уплощение медиального свода стопы при нагрузке и без нее [182; 211].

Поперечное плоскостопие – полиэтиологичное заболевание, характеризующееся различными статическими деформациями стопы, часто сопровождающимися метатарзалгиями или деформациями пальцев [142].

Метатарзалгия – боль, локализуемая в дистальном отделе плюсневых костей. И хоть определение это достаточно простое, оно лишь описывает один симптом – боль [83]. Боль под головками плюсневых костей может быть следствием различных системных заболеваний (диабет, ревматизм и т.д.) и результатом биомеханического дисбаланса или локальной патологией стопы [45].

Предпринимались немногочисленные попытки классифицировать метатарзалгию. Helal [99] выделял первичную, вторичную и несвязанную с нагрузкой метатарзалгию. Первичная метатарзалгия – определялась им как боль на уровне ПФС, ассоциированная с подошвенным гиперкератозом, или натоптышами. Она могла быть результатом функциональных проблем, таких как, ношение узкой обуви на высоком каблуке или структурных проблем, связанных, к примеру, с «pes cavus» или нарушениями плюсневой парабола [99; 105]. Кроме того, Helal относил к первичным метатарзалгиям различные остеохондропатии (болезнь Фрайнберга), вальгусную деформацию первого пальца, hallux rigidus, а также метатарзалгию ятрогенной или травматической природы. Вторичной метатарзалгией Helal считал боль, возникающую на фоне системных заболеваний (ревматизм). Метатарзалгия, возникающая по причине тарзального туннельного синдрома, а также вследствие сосудистой недостаточности относились им к безнагрузочным метатарзалгиям [99].

Regnauld [167] делил метатарзалгию на диффузную, локальную, подкожную, мягкотканую и кожную. Диффузная метатарзалгия – в результате механических

проблем, таких как «pes cavus», «pes equinus», перегрузочная метатарзалгия и метатарзалгия вследствие ношения узкой обуви на высоком каблуке [167; 189]. Локальная метатарзалгия являлась по мнению Regnauld следствием различных нарушений плюсневой параболы. Подкожная мягкотканая метатарзалгия включала боль вследствие невриномы межплюсневых нервов, синовиальных кист и бурситов, а кожная – результат подошвенных натоптышей, трофических язв [150].

Viladot [210] выделял две категории метатарзалгии: I – причиной, которой являлась перегрузка переднего отдела стопы, вследствие ношения обуви с высоким каблуком, полый или эквинусной стопы; II – метатарзалгия вследствие неравномерного распределения механической нагрузки (нарушений плюсневой параболы).

Scranton [181] описывал первичную метатарзалгию («hallux rigidus», «hallux valgus», перегрузку первого луча, послеоперационную деформацию) и вторичную, обусловленную ревматоидным артритом, неврогенными заболеваниями, сесамоидами, стрессовыми переломами, остеохондропатиями. Очевидно, что классифицировать метатарзалгию достаточно сложно. Классификации всех перечисленных авторов основываются на этиологии метатарзалгии [99; 167; 181; 210].

Классификация статических деформаций переднего отдела стопы

Основная цель любой классификации заболеваний и травм – выявление отклонений в развитии и помощь в выборе правильного метода лечения. В нашем случае – хирургической коррекции. В настоящее время нет ни одной идеальной классификации, а показатели, используемые для определения легкой, умеренной или тяжелой степени статической деформации переднего отдела стопы не «выгравированы в камне» [68].

Традиционные классификации основаны на оценке угла отклонения первого пальца относительно плюсневой кости по рентгенограммам, т.е. оценивают лишь медиальный отдел стопы. Так, Piggott считал, что незначительное отклонение первого пальца кнаружи относительно оси первой плюсневой кости является нормальным, а свыше 15 градусов – уже является вальгусной деформацией [155]. Kelikian предложил считать вальгусную деформацию первого пальца до 20 градусов легкой

деформацией, до 30 градусов – умеренной деформацией, а более 40 градусов – тяжелой деформацией [107].

Другие системы оценки поперечного плоскостопия ссылались не только на отклонение первого пальца по отношению к первой плюсневой кости, но и на наружную ротацию проксимальной фаланги, а также на дегенеративные изменения внутри первого плюснефалангового сустава [31; 96; 187]. Альтернативными методами диагностики были, так называемые, неинвазивные виды исследований с использованием схематических рисунков стоп [171], гониометрии [110], но достоверность этих методов ставилась под сомнение другими исследователями [57; 81]. В 2001 году группой авторов была представлена Манчестерская шкала, основанная на визуальной оценке стандартизованных фотографий стоп с различной степенью деформации переднего отдела [195]. Данная шкала была достаточно проста в применении, однако имела ряд недостатков, обусловленных неодинаковым восприятием специалистами с различным опытом разных степеней деформации.

Традиционно в лечебных учреждениях МО РФ, в том числе и в нашем Центре травматологии и ортопедии с целью вынесения экспертного заключения для определения категории годности военнослужащего применяется классификация поперечного плоскостопия, отраженная в соответствующих руководящих документах, регламентирующих проведение военно-врачебной экспертизы [25]. Данная классификация базируется на определенных рентгенологических критериях и оценивается по рентгенограммам переднего и среднего отделов стопы в прямой (дорсо-плантарной) проекции, выполненных под нагрузкой веса тела. Достоверными критериями степени поперечного плоскостопия являются параметры угловых отклонений I плюсневой кости и большого пальца стопы. На рентгенограммах проводятся 3 прямые линии, соответствующие продольным осям I, II плюсневых костей и оси основной фаланги первого пальца. При I степени деформации угол между I и II плюсневыми костями составляет 10–14 градусов, а угол отклонения первого пальца от оси I плюсневой кости – 15–20 градусов, при II степени эти углы соответственно увеличиваются до 15 и 30 градусов, при III степени – до 20 и 40 градусов, а при IV степени – превышают 20 и 40 градусов.

Кроме того, в период с 2009 по 2011 гг. нами активно применялась классификация, разработанная А. А. Кардановым [13] на основе описательной классификации деформаций М. J. Coughlin и R. A. Mann [68], которая помимо интерметатарзального угла и угла вальгусного отклонения первого пальца учитывает угол PASA и вальгусную деформацию первого пальца.

При этом все вышеописанные классификации оценивали степень поперечного плоскостопия лишь по уровню деформации первого луча или переднемедиального отдела стопы, в то время как при поперечном плоскостопии целесообразно оценивать весь передний отдел стопы [107; 155]. Другие авторы классифицируют поперечное плоскостопие, учитывая не только отклонение первого пальца по отношению к первой плюсневой кости, но и наружную ротацию проксимальной фаланги, а также дегенеративные изменения внутри первого плюснефалангового сустава [31; 96; 187]. Наибольшие различия возникают у врачей при измерениях рентгенологических критериев плоскостопия (M1M2, PASA и т. д.), вследствие неодинакового восприятия специалистами рентгенограмм [28].

В литературе описано множество алгоритмов предоперационного планирования, основанных на традиционных классификациях и рекомендующих при каждой степени поперечного плоскостопия выполнять конкретные хирургические вмешательства [8; 9; 14; 206]. Это еще раз подчеркивает отсутствие единых подходов к хирургическому лечению статических деформаций переднего отдела стопы.

В связи с этим с целью облегчения первичной диагностики на этапе клинического осмотра пациента, определения показаний для дальнейшего углубленного обследования, а в последующем и облегчения предоперационного планирования, нами была поставлена задача разработать клинико-хирургическую классификацию статический деформаций переднего отдела стопы.

1.4. Методы исследования статических деформаций стопы человека

Для диагностики статических деформаций стоп используются: клинический метод, подометрия, плантография, рентгенография, педография, компьютерная томография [35; 42; 147; 179; 197].

Mann, Rudicel и Graves [124] показали, что пациенты чаще всего обращаются с жалобами на ограничение в ношении обуви (80%), боль в области «шишки» (70%), косметические проблемы (60%) и боли под головкой второй плюсневой кости (40%). Боль может также ощущаться и по ходу тыльного кожного нерва из-за давления [75; 200].

Важное место в клиническом методе занимает фотографирование стопы с ее тыльной стороны в положении пациента стоя [42; 62]. Это позволяет запечатлеть и оценить истинные функциональные аспекты стопы и пальцев. Иногда, для более детальной визуализации стоп снимают видео. В этом положении можно четко оценить молоточкообразную деформацию пальцев, в отличие от рентгенограмм, по которым это не так легко представить [45, 150]. Кроме того, при фотографировании можно документировать и другие патологические деформации стопы, такие как вальгусное или варусное отклонение заднего отдела стопы, супинация или пронация стопы [161].

Физикальное обследование начинается с положения пациента стоя, так как это увеличивает вальгусное отклонение первого пальца и другие деформации [197]. Важно оценить положение заднего и переднего отделов стопы. Плосковальгусная деформация и напряженности икроножной и камбаловидной мышц часто могут усугублять нагрузки и провоцировать боли в переднем отделе стопы [182; 211].

Клинический осмотр производится поэтапно. На первом этапе необходимо оценить форму стопы эквинус, супинацию и пронацию стопы, а также длину ахиллова сухожилия [42; 64]. Далее приступают к оценке первого «луча»: необходимо определить объем движений в первом плюснефаланговом суставе, вальгусную установку и объем движений в межфаланговом суставе [42; 161]. При осмотре, помимо самих деформаций, можно обнаружить воспалительные процессы, трофические расстройства, натоптыши и ороговелости [42; 180]. Кроме того, необходимо

обратить внимание на эластичность переднего отдела стопы, которую подробно описал А. А. Карданов.



Рисунок 1.1 – Методика определения типа эластичности стопы [15]

На третьем этапе клинического осмотра обращают внимание на малые «лучи». Определяется наличие натоптышей на подошвенной поверхности стопы. Пальпация головок плюсневых костей позволяет выявить метатарзалгию [61]. Так, боль в дистальных отделах является показанием к Weil-остеотомии, а боль в

проксимальных отделах – к BRT-остеотомии. Оценивается объем движений в плюснефаланговых суставах. У пациентов с достаточно «тонкими» стопами возможно оценить уровень расположения головок плюсневых костей в сагиттальной плоскости путем пассивного подошвенного сгибания пальцев. При молоточкообразной деформации пальцев необходимо оценивать пассивную коррекцию деформации. Оценивается относительная длина пальцев [4; 11; 14]. Также определяется гипермобильность в первом плюснеклиновидном суставе [112].

При выведении стопы в состояние подошвенного сгибания, подчеркивается недостаточность длинных сухожилий сгибателей [182].

Подометрия – это метод диагностики стопы человека, который в настоящее время проводится с помощью прибора, который носит название подометр. Но, если такого прибора нет, посчитать параметры можно при помощи обычной линейки [122; 157]. Измеряется длина стопы и высота продольного свода, из этих данных формируется подометрический индекс, или индекс Фридланда. Этот метод удобен для диагностики начальных степеней плоскостопия [88; 216].

Плантография – метод получения отпечатков стопы, позволяющий судить о ее рессорной функции. Это один из наиболее эффективных и доступных методов исследования стопы [219]. Пациент садится на стул, на поверхность его стоп наносится красящее вещество, потом он обеими ногами становится на бумагу. Получается плантограмма, на которой отмечаются точки, позволяющие определить расчётные, угловые и линейные показатели [101].

Педография – метод оценки распределения давления под стопой. При этом методе получают картину распределения давления под разными областями стопы. Каждой статической деформации стопы соответствует своя картина распределения давления под стопой, которая отличается от нормы [9; 147; 163; 197].

Рентгенография – наряду с клиническим обследованием является наиболее распространённым методом диагностики статических деформаций стопы и проводится в различных проекциях. Рентгенографию применяют для точной характеристики костных сводов стопы, положения, размеров и формы образующих ее костей,

объективного исследования и динамики изменения свода в процессе лечения [9; 61].

Самыми информативными проекциями являются: прямая, или дорсоплантарная, которая выполняется в положении стоя и медиально-косая (проекция три четверти) [31]. Самой часто используемой проекцией является прямая, хотя она не должна быть единственным методом, используемым для оперативного планирования [46]. Влияние нагрузки на результаты стандартизированных измерений до сих пор остается предметом дискуссии. По результатам исследования [54], которое оценивало влияние снимков, сделанных с нагрузкой и без, было доказано, что снимки, сделанные без нагрузки, могут надежно использоваться в предоперационном планировании и определении хирургической тактики лечения, однако большинство авторов рекомендуют выполнять рентгенограммы под нагрузкой [97; 119; 148].

В процессе оценки рентгенограмм измеряются угол вальгусного отклонения первого пальца (HVA, норма $< 15^\circ$) и межплюсневый угол (M1M2, норма $< 9^\circ$) [197]. Дистальный угол плюсневого сустава (PASA, норма $< 10^\circ$) – угол между суставной поверхностью головки и осью первой плюсневой кости. В большинстве случаев угол PASA нормальный, а первый плюснефаланговый сустав находится в состоянии подвывиха [81]. Это называется несовпадающей вальгусной деформацией первого пальца. В небольшом проценте, как правило, молодых пациентов, сустав конгруэнтен и не находится в подвывихе. Конгруэнтная вальгусная деформация менее склонна к прогрессированию, чем дисконгруэнтная [142].

Вальгусная деформация в межфаланговом суставе первого пальца HVIA – (hallux valgus interphalangeus angle) в изолированном виде достаточно редка и чаще она является одним из компонентов вальгусной деформации первого луча (total valgus deformity of the hallux) [32]. Коррекция угла HVIA через медиальную закрытоугольную остеотомию впервые описана Akin в 1925 г. [34].

По рентгенограммам также можно оценить отношение головки первой плюсневой кости к сесамовидным костям, величину медиального возвышения и наличие дегенеративных изменений в суставах стопы [150].

Рентгенологические углы используются для оценки тяжести вальгусной деформации переднего отдела стопы в предоперационном планировании, оценки и сравнения послеоперационных результатов различных вмешательств. При рентгенографии стоп крайне важны правильная укладка больного на исследование и направление рентгеновской трубки [42; 71].

Было доказано, что ручной метод оценки рентгенограмм стоп подвержен ошибкам и отнимает много времени [126; 188]. Технические погрешности измерения с помощью компьютерных программ ниже, чем у ручного метода измерения [188]. Математические модели, выполненные в соответствующих компьютерных программах, позволяют хирургам идти на операцию с детальным планом ее проведения [126].

Компьютерная томография (КТ) – метод, позволяющий получить послойное изображение стопы и составить ее трехмерную модель. Обследование выявляет не только статические деформации, но и травмы, опухоли, воспалительные процессы. При использовании КТ с контрастированием удастся визуализировать патологические процессы в мышцах, связках, сухожилиях и сосудах [31; 175].

КТ имеет бóльшую точность по сравнению с обычными методами исследования стоп, помогая хирургам планировать хирургическое лечение при комбинированных деформациях стопы [217].

1.5. Консервативные методы лечения статических деформаций переднего отдела стопы

Одним из основных консервативных способов лечения вальгусной деформации первого пальца стопы является ортезирование и правильный подбор обуви. Мягкие кожаные ботинки с дополнительной шириной и глубиной для пальцев могут облегчать симптомы у многих пациентов. Это может быть методом выбора при лечении пожилых людей и людей с сопутствующей неврологической или сосудистой патологией [72; 91].

Использование ортезов показано больше при продольном плоскостопии [191]. Но нет никаких доказательств того, что ношение ортезов предотвращает развитие вальгусной деформации первого пальца [133; 138; 161; 194].

В случае сохраняющегося на фоне консервативного лечения болевого синдрома необходимо предлагать хирургические методы коррекции. Однако, результаты операций на переднем отделе стопы не всегда идеальны и прямо коррелируют с тщательностью предоперационного планирования [99; 121].

1.6. Предоперационное планирование

Большинство исследований, проведенных для определения эффективности хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы, были сфокусированы на уменьшении первого интерметатарзального угла (M1M2) [31; 96; 107; 155; 187]. Также, большая часть алгоритмов предоперационного планирования построена на классификациях, ориентирующихся на соотношение первых двух плюсневых костей (M1M2) и угол вальгусной деформации первого пальца (HVA) и предлагающих различные операции в зависимости от угла M1M2 [8; 9; 14; 206]. При этом важность положения сесамовидных костей по отношению к головке первой плюсневой кости также была предметом многочисленных исследований [104; 159; 165; 192; 218], в которых авторы убедительно доказывали, что наиболее статичной структурой в переднем отделе стопы является латеральная сесамовидная кость и ось второй плюсневой кости. Y. Tanaka с коллегами (2000) также доказали, что по мере прогрессирования варусного отклонения M1, расположение основания основной фаланги и сесамовидных костей относительно второй плюсневой кости не меняется. Авторы объяснили такое постоянство взаимоотношений интимной связью большого пальца с сесамовидным аппаратом посредством подошвенной пластинки и сделали вывод о необходимости перемещения кнаружи головки первой плюсневой кости, как основного компонента коррекции. M. Judge с соавт. (1999), в многоцентровом исследовании продемонстрировали постоянство расстояния между внутренним краем латеральной сесамовидной кости и второй плюсневой костью и

даже ввели новый рентгенологический признак – TSMD (the tibial sesamoid-second metatarsal distance), утверждая, что этот признак статичен.

Построение «правильной» плюсневой параболы – важный принцип хирургической тактики лечения статической деформации переднего отдела стопы [42]. В 1981г. Lelièvre [116], описал плюсневую параболу как «линию, проходящую через плюснефаланговые суставы и образующую сегмент параболы, понемногу опускающийся кнаружи и спереди назад» (Рисунок 1.2).

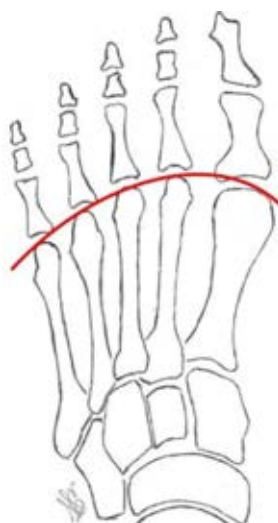


Рисунок 1.2 – Плюсневая параболо Лельевра

Основоположник хирургии латеральных «лучей» М. Маэстро описал, рентгенологические критерии, которые являются основными параметрами, которые определяют объем оперативного вмешательства [87]. При предоперационном планировании необходимо проводить две основные оси стопы. Сагиттальная ось – линия, проведенная через середину суставной поверхности головки таранной кости и центр головки второй плюсневой кости (M2). Поперечная ось – линия, проведенная через центр латеральной сесамовидной кости и являющаяся перпендикуляром к сагиттальной оси (SM4). При нормальной анатомии стопы этот перпендикуляр чаще проходит через середину четвертой плюсневой кости. Исследования показали, что для нормальной анатомии стопы, головки плюсневых костей расположены соответственно геометрической прогрессии таким образом, что образуют параболу (Рисунок 1.3).

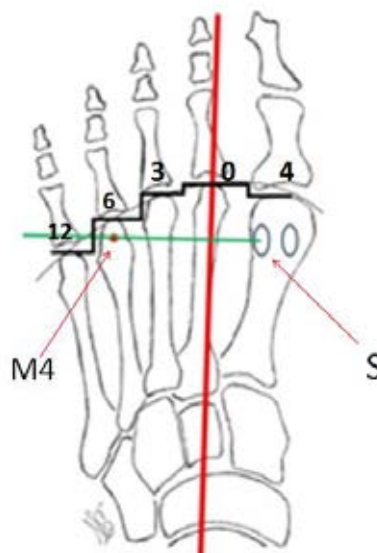


Рисунок 1.3 – Критерии Maestro

Определяют три рентгенологических критерия Маэстро: I – расстояние от дистального края головки M2 до SM4 – расстояние от дистального края M3 до SM4; II – расстояние от дистального края головки M3 до SM4 – расстояние от дистального края головки M4 до SM4; III – расстояние от дистального края головки M4 до SM4 – расстояние от дистального края головки M5 до SM4. При этом соблюдается равенство первой и второй плюсневых костей (см. Рисунок 1.3). Допускают вариант, когда вторая плюсневая кость может быть немного длиннее, чем первая. Эти два ориентира принимают за 0 точку, от которых далее, двигаясь к головке пятой плюсневой кости, идет уменьшение их длин. Так, длина третьей плюсневой кости должна быть на 3 мм меньше второй, длина четвертой плюсневой на 6 мм короче третьей, а пятая плюсневая кость должна быть на 12 мм короче четвертой [42, 93]. Перечисленные данные соответствуют анатомии нормальной стопы. Выделяют дополнительные морфотипы стоп:

- с длинными второй (M2) и третьей (M3) плюсневыми костями (поперечная линия проходит через центр латеральной сесамовидной кости и центр головки M4, но геометрическая прогрессия нарушена из-за избыточной длины M2 и M3);

- с короткими четвертой (M4) и пятой (M5) плюсневыми костями- гипоплазия стоп (поперечная линия проходит через центр латеральной сесамовидной кости, но дистальнее центра головки M4).

Благодаря исследованию Maestro [87], хирурги стали внимательнее изучать рентгенограммы стоп, однако, несмотря на тщательное предоперационное планирование, остается все также трудно получить отличный косметический результат [46].

1.7. Наиболее эффективные методики хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы

Известно более 130 применяющихся в настоящее время различных операций на переднем отделе стопы [68; 109]. Такое разнообразие хирургических техник в очередной раз доказывает, что даже при современных методах лечения деформаций переднего отдела стопы, не было универсального подхода [26; 35; 125].

Операции на переднем отделе стопы разделяют на операции на мягких тканях, костные и комбинированные.

Операции на мягких тканях

Предпринимались попытки минимального вмешательства для коррекции деформации переднего отдела стопы, такие как бурсэктомия и резекция капсульной складки. Однако, была доказана их неэффективность, так, например, при этих операциях HVA увеличивается на $4,8^\circ$ и M1M2 на $1,7^\circ$ в течение пяти лет после операции [185]. Пациенты были неудовлетворены результатом в 41% случаев [129].

Silver [184] подчеркнул важность мышечного баланса, а в 1923 г. определил операции на мягких тканях как иссечение медиального экзостоза, релиза сухожилия приводящей мышцы и латеральной капсулы сустава, что позволяет сесамовидным костям вернуться в свое первоначальное положение под головку первой плюсневой кости [128].

В 1928 году МакБрайд [127] модифицировал метод Silver и предложил отсекал сухожилие мышцы, приводящей первый палец от латеральной сесамовидной кости с последующей транспозицией к головке первой плюсневой кости [128; 129]. До сих пор, многие хирурги применяют операцию МакБрайда для лечения вальгусной деформации стоп и чаще всего используют при средней степени деформации (угол HVA менее 25° , M1M2 менее 15°).

При современных подходах лечения вальгусной деформации первого пальца, мягкотканые операции, как правило, являются дополнением к костным. Mann and Coughlin [121] доказали, что изолированные операции на мягких тканях уменьшают HVA на $14,8^\circ$ и M1M2 на $5,2^\circ$, но частота варусного искривления первого пальца увеличивается на 11%, при этом худшие результаты получались при выраженных деформациях ($M1M2 > 15^\circ$) [123; 191].

Операции на костях

Остеотомии первой плюсневой кости

Остеотомия может быть проведена проксимально, через диафиз или дистально. Существует ряд важных принципов, которые следует помнить при выборе остеотомии первой плюсневой кости [39; 65]:

- операция должна быть технически легко осуществима и воспроизводима;
- остеотомия должна быть стабильной, чтобы не происходило повторного смещения;
- для предотвращения развития метатарзалгий, длину первой плюсневой следует сохранять. Также следует избегать сгибания первого пальца;
- техника должна быть универсальной настолько, чтобы HVA, M1M2 и PASA можно было исправить одномоментно;
- во избежание асептического некроза головки плюсневой кости следует сохранять ее кровоснабжение;
- долгосрочный результат должен показывать низкую частоту рецидивов деформации.

В настоящее время, коррекция костных деформаций стопы наиболее популярна среди ортопедов.

Операция Keller – подразумевает резекцию примерно трети основания проксимальной фаланги первого пальца. Благодаря этому снижается давление в суставе и расслабляются напряженные продольные структуры, что позволяет исправить деформацию. Этот метод широко использовался, однако сейчас он имеет существенные ограничения. Некоторые авторы пришли к выводу, что после операции Keller степень рецидива деформации остается высокой, а угол M1M2 уменьшается не

намного или не уменьшается вообще [41; 108]. Операция снижает функцию первого луча: так, например, сила подошвенного сгибания первого пальца снижается на 40% [108]. Метатарзалгия отмечается в 20–40% случаев [180; 206]. Уменьшение амплитуды движений в первом плюснефаланговом суставе также является распространенным явлением [174; 180; 206].

Machasek с соавт. [174] показали, что операция Keller или изолированный релиз мягких тканей приводит к очень низкому уровню удовлетворенности пациентов [85; 127; 181]. Единственным вариантом ревизионной операции после Keller является артродез первого плюснефалангового сустава, зачастую требующий применения костных аутотрансплантатов для того, чтобы восстановить длину первого луча, данная операция технически сложна и ассоциируется с высоким уровнем осложнений [54; 168]. Таким образом, операцию Keller следует рассматривать только у пожилых людей с крайне низкими «функциональными требованиями», которые могут не перенести объемную операцию [174; 180]. В настоящее время, операция Keller не является «операцией выбора» при вальгусной деформации.

Дистальные остеотомии первой плюсневой кости

Операция Wilson

Это косая метафизарная остеотомия, проходящая от дистального медиального к проксимальному латеральному краю, позволяющая смещать головку плюсневой кости латерально и проксимально. Данная методика позволяет корректировать M1M2 и HVA. Удовлетворительные результаты были описаны примерно у 90% пациентов [200]. Однако в дальнейшем метатарзалгия стала беспокоить 35% пациентов [160], а у 78% пациентов обнаруживались натоптыши под головкой второй плюсневой кости. Было доказано, что укорочение более, чем на 5 мм, тесно связаны с появлением метатарзалгий [145]. Из-за этих недостатков данная операция в настоящее время не рекомендуется.

Остеотомия Mitchell

Эта остеотомия предполагает под собой П-образную остеотомию с латерализацией фрагмента головки. Хорошие клинические результаты были зарегистрированы у 91% пациентов [47]. Она рекомендуется при M1M2 до 15° и HVA до 35°

[52]. Тем не менее, возникает укорочение первой плюсневой кости вследствие удаления ее части для создания «ступеньки», что, в сочетании с отсутствием стабильности, приводит к появлению метатарзалгий у 10–30% пациентов [47; 52; 98].

Дистальная Chevron-остеотомия

Это V-образная остеотомия плюсневой кости через шейку с последующим боковым смещением фрагмента кнаружи. Эта процедура приводит к минимальному укорочению и является стабильной в отношении тыльного сгибания [78]. Она показана при умеренной деформации [73]. Отличные клинические результаты были показаны [139; 145; 180] с нечастыми или без возникновения метатарзалгий. Некоторые авторы, однако, утверждают, что результаты не так хороши у пациентов старше 60 лет [69].

Остеотомии диафиза первой плюсневой кости

Диафизарные остеотомии рекомендовано проводить, если M1M2 равен 14–20° [118; 202]. Они допускают продольное разделение диафиза и сдвиг (scarf-остеотомия) или вращения (операция Ludloff) плюсневой кости для исправления M1M2 [56; 196].

Модифицированная Ludloff-остеотомия

Это остеотомия, выполняемая в дистальном направлении книзу от тыльного кортикального слоя, дистальнее на 2 мм плюснеклиновидного сустава, к подошвенному кортикальному слою [56]. Остеотомия образует угол 30° по отношению к оси плюсневой кости. Дистальный фрагмент поворачивается кнаружи проксимального фрагмента и фиксируется с помощью двух винтов. Также можно сместить головку плюсневой кости еще более плантарно, путем изменения угла остеотомии. Кроме того, плантаризация M1 позволяет ослабить давление на головку второй плюсневой кости. Были получены отличные клинические результаты, с хорошей коррекцией деформации [56; 196]. Остеотомия Ludloff выполняется с минимальным укорочением M1 и является более биомеханически стабильной, чем при проксимальные chevron-остеотомии [76; 164; 196].

Противопоказаниями для модифицированной Ludloff-остеотомии являются нестабильность, а также остеоартроз ПКС1. Остеотомия по Ludloff является

ротационной остеотомией и поэтому не предусматривает коррекцию PASA. В этих случаях применяют chevron или scarf-osteotomies [56; 61; 103].

Scarf-osteotomy

Замковое соединение типа scarf множество столетий применялось в плотницком деле, например, для удлинения балок в крыше дома или в строительстве лодок [43]. Данный тип соединения сочетал в себе возможности прочного соединения и способность нести нагрузку.

В 1926 Meyer [99] описал сагиттальную Z-osteotomy. Однако, лишь в 1976г. доктор J. M. Burutaran [55] сделал сообщение о scarf osteotomy, в дальнейшем L. S. Weil [212] начал популяризовать данную остеотомию в США. В 1984 году C. Gudas [219], начал экспериментировать с идеей использования Z остеотомии первой плюсневой кости. А после публикации известного труда L. S. Barouk [43], данная остеотомия приобрела значительную популярность, особенно в Европе [61].

Scarf позволяет выполнить практически любой тип перемещения остеотомированной головки плюсневой кости в соответствии с предоперационным планированием [7; 164; 186]. Путем изменения геометрии остеотомий можно укоротить плюсневую кость, или уменьшить аномально высокий PASA [125; 148]. Эта остеотомия имеет высокую степень биомеханической стабильности и является более стабильной, чем базальные остеотомии [31; 193].

Scarf-osteotomy является универсальной процедурой для коррекции вальгусной деформации первого пальца. Позволяет давать пациентам раннюю нагрузку, так как остеотомия очень стабильна и вернуться к работе в более ранние сроки по сравнению с другими операциями [178; 186]. Обеспечивает предсказуемый и удовлетворительный результат. Может быть, как самостоятельной операцией, так и сочетается с другими. Эффективна при тяжелых деформациях, в том числе вторичных деформациях, например, при ювенильном и ревматоидном вальгусном отклонении первого пальца [44; 190].

Как и другие остеотомии, у scarf-osteotomy есть модификации и часто они дополняются остеотомиями, например Akin. Фиксацию scarf-osteotomy также

выполняют различными имплантатами: винтами Барука с резьбовой головкой, АО губчатыми винтами, а также спицами с резьбой на конце [44; 177; 186].

Исследования показали, что клинические результаты scarf-остеотомий выгодно отличаются от базальных остеотомий, а частота осложнений варьирует от 4% до 11% [61; 202; 214]. В то время, как до 19% базальных остеотомий заканчиваются осложнениями разного рода [37]. Scarf традиционно рекомендуется при M1M2 от 18° до 20° [164; 202]. Но опытные хирурги могут использовать эту остеотомию и при более тяжелых деформациях [44; 76; 186]. В последние годы диафизарные остеотомии типа scarf и Ludloff в различных модификациях наиболее популярны среди ортопедов [56; 84; 163; 172; 176; 196].

Базальные остеотомии первой плюсневой кости

Последняя группа – группа проксимальных, или базальных, остеотомий. Открытая и закрытая клиновидные остеотомии и базальные chevron-остеотомии, как правило, применяются в сочетании с операциями на мягких тканях [85]. Базальные остеотомии применяются при умеренных и тяжелых деформациях, но не могут эффективно нормализовать PASA [72].

Проксимальная Chevron-остеотомия

V-образная остеотомия, при которой ось плюсневой кости поворачивается кнаружи, а достигнутое положение фиксируется с помощью винта между первой и второй плюсневыми костями, хотя могут быть использованы и другие виды внутренней фиксации [43]. Это технически простая и наиболее стабильная [48; 125] из проксимальных остеотомий, с наименьшим процентом осложнений [125; 130; 163].

Артродез первого плюснефалангового сустава

Артродез показан при сочетании вальгусной деформации первого пальца стопы с выраженными дегенеративными изменениями в первом плюснефаланговом суставе. Это вариант лечения и для тяжелой или рецидивирующей косолапости, особенно у пожилых пациентов [122].

Артродез первого плюснеклиновидного сустава

Этот артродез применяется в сочетании с операциями на мягких тканях у пациентов с гипермобильностью первого плюснеклиновидного сустава, особенно если это связано с генерализованной слабостью связочного аппарата стоп. По данным Mann и Coughlin [120] эта патология встречается приблизительно у 3–5% пациентов. Процедура также показана при наличии дистрофических изменений в первом или втором предплюсне-плюсневом суставе и как вариант, при тяжелой деформации с M1M2 более 20°. Артродез противопоказан подросткам с открытыми зонами роста, а также у пациентов с короткой первой плюсневой костью [91]. Процедура является технически сложной и связана с длительным периодом восстановления [143; 175]. Коэффициент удовлетворенности пациента колеблется между 75% и 90% [60; 143; 175].

1.8. Малоинвазивная хирургия переднего отдела стопы

В настоящее время, широкое распространение получает малоинвазивная хирургия переднего отдела стопы. Мало- или миниинвазивные операции является современным трендом в любой хирургии, так как позволяют уменьшить хирургическую травму, риск развития осложнений, сократить время операции и процесс реабилитации в послеоперационном периоде [51; 79; 105; 156; 157].

Выделяют несколько типов малоинвазивных операций: с минимальным разрезом кожи (малоинвазивные), чрескожные (перкутанные) операции и артроскопия [95]. Артроскопическая операция при вальгусной деформации переднего отдела стопы, конечно, не стандартная процедура [118]. Это ответственный и трудоемкий процесс, который несет в себе потенциальный риск повреждения межпальцевого нерва [38; 117].

Миниинвазивная хирургия стопы появилась в середине 1970-х годов в Соединенных Штатах. Многие методики до сих пор находятся в стадии разработки, а опубликованные результаты, некоторых авторов остаются спорными. Хорошие результаты были зарегистрированы после коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы [150], однако Кадакиа и соавт. [105] обнаружили высокую

частоту осложнений и рецидивов. Coillard и соавт. [62] показали обнадеживающие результаты в чрескожной хирургии статических метатарзалгий. Основная цель этих чрескожных методов – обеспечение быстрого послеоперационного восстановления с аналогичными результатами, которые достигаются при традиционной хирургии [1; 3; 15].

Так называемая техника подголовчатой остеотомии Peter Bösch [50] стала первоначальной для всех чрескожных операций по исправлению деформации на переднем отделе стопы. Недостатком чрескожной методики является то, что операция проводится без прямой визуализации различных слоев тканей и интраоперационная рентгеноскопия является обязательной. Операция проводится с использованием высокоскоростного бура. В тоже время малоинвазивные операции (операции с минимальным кожным разрезом), лишены вышеперечисленных недостатков [173].

Обучение малоинвазивным методикам длительное, по нескольким причинам:

- хирург должен научиться пользоваться специальными сложными инструментами, которые отличаются от тех, что используются в обычной практике;
- необходимо знакомство с конкретными тактильными ощущениями, связанными с различными этапами операции. Сила, приложенная буром к кости, имеет решающее значение для обеспечения хороших послеоперационных результатов;
- применение и толкование интраоперационной рентгеноскопии требует определенного опыта.

Хирург должен пройти несколько теоретических и практических кадаверных курсов для того, чтобы получить практические навыки с конкретными инструментами [42].

Малоинвазивная хирургия позволяет достигать хороших результатов посредством минимально возможного рабочего разреза без прямой визуализации глубоких структур. Малоинвазивные методы, которые описаны в научной литературе, могут быть применены в лечении вальгусной деформации первого и латеральных пальцев стопы, невромы Мортонa [66; 84; 119; 138; 172; 209; 215].

Очевидные преимущества миниинвазивной хирургии стоп по сравнению с традиционными открытыми методами: меньший послеоперационный болевой синдром, лучшие косметические результаты, меньшее время операции и пребывания в стационаре, снижение затрат, относящихся ко времени операции и хирургическим расходным материалам/имплантатам, меньший риск инфицирования [66; 119; 138; 172; 209; 215].

Малоинвазивная хирургия латеральных «лучей»

Деформации латеральных «лучей» являются показанием к применению малоинвазивных и перкутанных технологий.

Выполняется доступ по тыльной стороне стопы в нужном межплюсневом промежутке. С помощью бура производится дистальная плюсневая малоинвазивная остеотомия PASA, позволяя переместить головки плюсневых костей кверху и проксимально, тем самым устраняя чрезмерную нагрузку на них [63]. Для безопасной остеотомии плюсневых костей немаловажна скорость бура. В доступной литературе мы не нашли исследований подтверждающих безопасную скорость вращения бура-роутера, однако есть рекомендации известных специалистов миниинвазивной хирургии придерживаться скорости вращения от 8000 до 15000 оборотов в минуту [114; 119]. Остеотомии необходимо выполнять внесуставно через дистальный метафиз с минимальным давлением бура на кость. Важно проверять, что остеотомия завершена путем применения тяговых и сжимающих сил вдоль оси пальца в целях мобилизации дистального отломка [50; 100].

Операции на пятом луче

Деформация пятого луча стопы (деформация Тейлора) – встречается реже чем вальгусное отклонение первого пальца [22]. Чаще всего коррекцию выполняют путем шевронной остеотомии пятого луча, что позволяет уменьшить угол М4–М5. Чрескожные остеотомии показали схожие результаты с обычными открытыми методами. Однако ряд авторов отмечают преимущества малоинвазивных методик коррекции [1; 66; 149; 151].

Развитие малоинвазивной хирургии радикально меняет стратегии лечения, используемые в хирургии стопы [63; 84; 93; 94]. Малоинвазивная хирургия

позволяет начать раннюю реабилитацию и скорейшее возобновление прежней деятельности пациента [36]. Однако, несмотря на «минимизацию» хирургических операций, некоторые признаки «идеального метода» следует рассматривать с определенной осторожностью [95; 115; 173].

Аномалии малых лучей являются хорошими показаниями для малоинвазивной хирургии. Хорошие результаты достигаются быстро, с небольшим процентом ятрогенных осложнений [154; 162]. Особенно хороша чрескожная методика у пожилых пациентов, позволяя произвести коррекцию даже тяжелых деформаций с меньшим риском осложнений [95; 173].

1.9. Послеоперационные осложнения

Несмотря на бурное развитие хирургии переднего отдела стопы процент осложнений, достигает по данным различных авторов 55% [37; 166]. К послеоперационным осложнениям относят инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ), келоидные рубцы, кровотечения, тромбозы, сердечнососудистые осложнения. Это осложнения, встречающиеся в хирургии стопы крайне редко, однако они возможны, как и при любой другой операции [119; 145].

Более частые послеоперационные осложнения при операциях на переднем отделе стопы включают в себя длительно незаживающие послеоперационные раны (18%), нейрососудистые нарушения (29%), ложные суставы (9%), асептический некроз головки первой плюсневой кости (2%), недокоррекция или рецидив деформации, усиление боли, тугоподвижность плюснефаланговых и межфаланговых суставов, тромбоз глубоких вен и тромбоэмболия легочной артерии, длительные отеки, трудности при ходьбе и потеря функции стоп [81; 82].

Осложнения анестезии достаточно редки, так как большинство операций при *hallux valgus* – это краткосрочные вмешательства, выполняемые под проводниковой анестезией или спинальной анестезией [36].

Снизить риск послеоперационных осложнений позволяет тщательный сбор анамнеза. Выявление сопутствующей, особенно коморбидной патологии у лиц

пожилого и старческого возраста позволяет значительно снизить риск осложнений хирургического лечения [170; 206].

Тромбоэмболические осложнения: частота тромбоза глубоких вен составляет менее 5%, а риск легочной эмболии минимален. Риск возникновения этих осложнений может быть уменьшен за счет ранней мобилизации и антикоагулянтной профилактики [131; 177; 213].

Развитие раневой инфекции варьирует от 0 до 10%, при этом малоинвазивные операции имеют более низкий риск [74; 119; 131].

Рецидив деформации возникает в 5–20% случаев. Причинами рецидива деформации являются недостатки предоперационного планирования, нарушение техники операции и послеоперационного ортопедического режима. При этом основными причинами рецидива считается недостаточная коррекция угла PASA, а также неадекватная коррекция угла M1M2, несоблюдение послеоперационного охранительного режима [8; 13; 28; 61; 70; 75; 206].

Асептический некроз остеотомированных головок плюсневых костей встречается в 1% случаев [44], при этом большинство случаев развития асептического некроза имеет бессимптомное течение, но иногда приводит к симптоматическим остеоартрозам и необходимости артрореза сустава [204].

Ложные суставы возникают чаще из-за перегрузок головок малых плюсневых костей [121].

McBride [128] первым описал hallux varus, как осложнение после своей операции с частотой до 0,5%, развивающееся в результате излишне радикальной медиальной экзостозэктомии, латеральной сесамойдэктомии, а также нарушений сухожильно-связочного баланса ПФС 1 в результате чрезмерного латерального релиза и медиальной капсулографии. Современные исследователи сообщают о 2–17% данных осложнений, при этом если эластичная варусная деформация первого пальца стопы хорошо переносится больными, то при сочетании с hallux rigidus требуется ревизионное хирургическое лечение [84; 87; 125; 166; 168].

Рецидив метатарзалгии возникает в 5–40% случаев [87; 107; 181; 215]. Факторами, провоцирующими рецидив метатарзалгии являются: чрезмерное

укорочение первого луча, недокоррекция плюсневой параболы, асептический некроз остеотомированных фрагментов плюсневых костей, при этом у большинства пациентов возникшей метатарзалгией после операции можно управлять с помощью тщательного подбора обуви или ортопедических стелек [31; 94; 122].

Тугоподвижность плюснефаланговых и межфаланговых суставов: может возникнуть после любой процедуры. Излишне радикальный релиз мягких тканей повышает риск развития тугоподвижности. Другие причины включают наличие у пациентов полиартрита и подвывихов суставов [111].

Операции по поводу hallux valgus часто приводят к повреждению медиальной ветви тыльного кожного нерва стопы – ветви поверхностного малоберцового нерва, что приводит к потере кожной чувствительности у пациентов [36; 39; 143].

Регионарный болевой синдром возникает в 2% случаев. Важно предупредить пациентов о развитии этого осложнения, так как боль после операции может быть в конечном итоге сильнее, чем раньше [78; 140].

Таким образом, в многочисленных исследованиях были рассмотрены различные, преимущественно хирургические методы лечения статических деформаций переднего отдела стопы. Успех лечения зависит от правильной диагностики деформации, тщательного предоперационного планирования, индивидуального выбора методики хирургического лечения, а также прецизионного технического исполнения. Учитывая сложность диагностики, определения факторов риска и факторов прогрессирования плоскостопия, необходимо дальнейшее изучение данного заболевания и разработка новых, более совершенных и эффективных схем комплексного лечения.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Планирование исследования

Данное диссертационное исследование было разделено на четыре этапа, объединенных общими целью и задачами, а также единой направленностью в изучении рассматриваемых вопросов.

На первом аналитическом этапе изучались особенности хирургических подходов к лечению статическими деформациями переднего отдела стоп. Проанализированы преимущества и недостатки традиционных классификаций и методик предоперационного планирования. Определены показания к созданию и разработаны рабочая клинико-хирургическая классификация, модифицирована методика предоперационного планирования хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы.

На втором клиническом этапе нашей работы в результате сравнительного анализа, из применяемых в нашем Центре методик хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы были выделены наиболее эффективные и малотравматичные и разработан алгоритм выбора операции при различных степенях поперечного плоскостопия.

Третий этап нашей работы являлся экспериментальным. На этом этапе в опытах на животных были определены безопасные скоростные характеристики силовых установок, применяемых для перкутанных остеотомий.

Анализ осложнений, а также эффективность предложенной тактики хирургического лечения, включающей клинико-хирургическую классификацию, усовершенствованную методику предоперационного планирования и алгоритм выбора метода хирургической коррекции, оценивались на четвертом, клинико-аналитическом этапе исследования.

На этом этапе исследовались функциональные результаты лечения (ближайшие и отдаленные), проводился анализ осложнений хирургического лечения больных данной категории с применением разработанной тактики в сравнении с

традиционными методами лечения больных со статическими деформациями переднего отдела стоп.

2.2. Общая характеристика больных со статическими деформациями переднего отдела стопы

В ходе исследования был проведен анализ историй болезни и изучены результаты лечения 437 пациентов, имеющих статические деформации переднего отдела стопы и прооперированных в Центре травматологии и ортопедии ГВКГ им. ак. Н. Н. Бурденко в период с 2006 по 2014 гг.

Все больные были оперированы с личным участием автора и обследовались им во время контрольных осмотров. Результаты операций оценивали по историям болезни с использованием госпитального архива рентгенограмм, а также во время контрольных осмотров посредством клинического осмотра и рентгенографии.

Критерии включения в исследование:

- 1) поперечное плоскостопие II-III степени по рабочей клинико-хирургической классификации;
- 2) симультанная операция на обеих стопах;
- 3) возраст пациентов старше 18 лет.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- 1) гиперэластичность переднего отдела стопы (I тип по А. А. Карданову);
- 2) невозможность регулярных клинических осмотров пациента в течение 12 месяцев после хирургического лечения;
- 3) остеоартроз III стадии первого плюснеклиновидного (ПКС1) и/или плюснефалангового (ПФС1) суставов.

В историях болезни пациентов изучались: анамнез, местный статус, протоколы операций. С помощью госпитального архива изучались рентгенограммы стоп. Кроме того, оценивались фотоснимки стоп, которые выполнялись всем пациентам до и после хирургического лечения, рентгенограммы стоп в динамике через 1,5, 3, 6 месяцев и через 1 год после операции, а также данные анкетирования. На каждого

пациента заполнялась индивидуальная карта, куда вносились все вышеуказанные данные.

Это были мужчины и женщины в возрастной категории от 26 до 85 лет. При этом в большинство больных ($93,2 \pm 3\%$) были женщины.

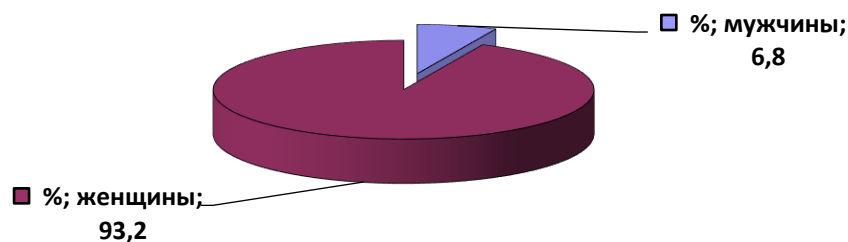


Рисунок 2.1 – Распределение больных по полу

Средний возраст составил: 54 ± 3 года. В исследовании принимали участие только пациенты, перенесшие остеотомии плюсневых костей симультанно на обеих стопах.

Все больные имели рентгенологические и клинические признаки статических деформаций стоп II -III степени (по клинико-хирургической классификации). При этом у 78,3% пациентов с выраженной (III) степенью деформации имелись статические деформации среднего и заднего отделов стопы, т.е. являлись комбинированными.

Сведения о количестве, распределении больных в зависимости от степени выраженности деформации представлены ниже на диаграмме Рисунка 2.2.

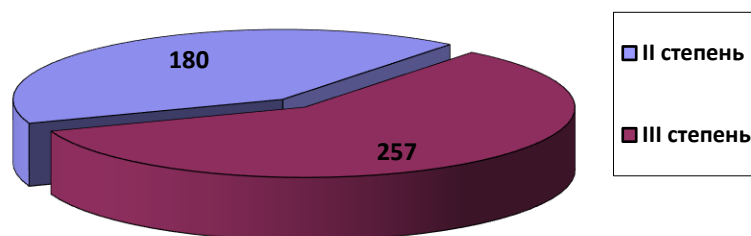


Рисунок 2.2 – Распределение оперированных больных по степени статической деформации переднего отдела стопы (по клинико-хирургической классификации)

Пациентов с выраженной (III) степенью деформации было большинство. Так со II степенью деформации было 180 пациентов – 41,18% от общего количества больных, в то время как с III степенью – 257 пациентов – 58,82% от общего количества больных, участвующих в исследовании.

Сведения о возрасте больных в изученных группах представлены ниже в Таблице 2.1, в которой все пациенты разделялись по возрасту на группы по 10 лет. На представленной таблице можно отметить, что пациентов молодого возраста было меньше всего, по всей видимости, это обусловлено тем, что в исследовании принимали участие лишь пациенты с выраженными деформациями, возраст которых, согласно Таблице 2.2, от 36 до 65 лет (более 88% от общего количества пациентов). Незначительное количество пожилых пациентов (старше 66 лет), также обусловлено рядом факторов: низкие функциональные потребности данной категории больных, тяжелая сопутствующая патология, препятствующая плановому хирургическому лечению.

Таблица 2.1– Распределение оперированных больных по группам и возрасту

<i>Возрастная категория больных (лет)</i>	<i>Количество больных</i>	<i>ВСЕГО %</i>
25–35	12	2,74
36–45	95	21,73
46–55	173	39,58
56–65	119	27,23
66–75	26	5,94
76 и старше	12	2,74
ИТОГО	437	100

В зависимости от задач исследования, в соответствии с критериями сравнения, необходимыми для каждой отдельной задачи, из общего количества пациентов формировались различные группы больных, различающихся лишь по одному признаку (см. Таблицу 2.2). Подробная характеристика, критерии отбора и сравнения пациентов в группах представлены ниже в Таблице 2.2, а также в отделах главы, описывающих клинико-аналитический раздел настоящей работы.

Таблица 2.2 – Распределение больных по группам сравнения

Задачи исследования	Группы сравнения			Критерии сравнения
	Группа I	Группа II	Группа III	
Задача №1 Сравнение пациентов, оперированных по традиционной и усовершенствованной методикам предоперационного планирования	41 больной (традиционная методика Maestro)	51 больной (модифицированная методика Maestro)	–	Функциональный результат хирургического лечения по шкале AOFAS в баллах (таблицы для первого луча и первого пальца; 2-5 пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов); количество рецидивов метатарзалгии в процентах; необходимость ревизионных операций в процентах; соответствие послеоперационных рентгенограмм стоп предоперационному планированию
Задача № 2 (для первого «луча» стопы)	46 больных шевронная остеотомия (типа «Johnson»)	53 больных (традиционная остеотомия типа «Scarf»)	56 больных («mini-Scarf» – остеотомия)	Количество случаев «недокоррекции» в процентах от общего числа операций; необходимость ревизионных операций на «первом луче» в процентах; функциональный результат хирургического лечения по шкале AOFAS для первого пальца стопы и «первой колонны» в баллах; длина кожного разреза в миллиметрах
Задача № 2 (для II–V «лучей» стопы)	23 пациента пациентов, остеотомия II–V плюсневых костей при помощи осциллирующей пилы с фиксацией мини-винтами	36 пациентов, остеотомия II–V плюсневых костей при помощи осциллирующей пилы без последующей фиксации	39 пациентов остеотомия II–V плюсневых костей путем чрескожной дистальной метадиафизарной остеотомии (ЧДМДО)	средняя длина кожной раны в миллиметрах; среднее время операции в минутах; средний срок послеоперационной реабилитации в сутках; количество случаев замедленного сращения остеотомированных плюсневых костей; количество ревизионных операций; функциональный результат хирургического лечения в баллах
Задача №4 Оценка послеоперационных осложнений и клинической эффективности предложенной тактики лечения	56 пациентов после изолированной традиционной Scarf остеотомии первой плюсневой кости	64 пациента, оперированные согласно тактики хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы	–	функциональный результат хирургического лечения по шкалам AOFAS для I и II–V пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов в баллах; необходимость ревизионных операций в процентах; количество случаев послеоперационных осложнений в процентах от общего числа операций

Однородность групп больных по возрасту, полу, степени статической деформации переднего отдела стопы, позволила провести корректное сравнительное изучение результатов оперативного лечения с использованием различных методик.

Сведения о каждом больном, характере и особенностях выполненного оперативного вмешательства, а также результаты контрольных осмотров заносили в протоколы клинических наблюдений и индивидуальные регистрационные карты пациентов.

2.3. Статистическая обработка данных

Данные о каждом пациенте регистрировали в специально разработанных протоколах клинической части исследования и обрабатывались при помощи программы статистической обработки данных SPSS Statistics 25.

Основными методами определения связи признаков, отраженных в конечных результатах исследования, являлись:

– t-критерий Стьюдента – оценивали значимость различия средних значений показателей в независимых выборках по формуле:

$$t = \frac{(X_1 - X_2)}{\sqrt{(S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)) / (n_1 + n_2 - 2) \cdot n_1 n_2}},$$

где t – критерий Стьюдента;

X_1 и X_2 – средние арифметические значения переменных;

S_1 и S_2 – среднее квадратичное отклонение переменной в выборке;

n_1 и n_2 – количество наблюдений в выборке;

– направление (прямая или обратная) и сила корреляционной связи – определяли по величине коэффициента линейной корреляции Пирсона:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - nxy}{\sqrt{(\sum x_i^2 - nx^2)(\sum y_i^2 - ny^2)}},$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции;

x , y – средние значения переменных для выборки n объектов;

при $r_{xy} > 0$ связь оценивалась как прямая, при $r_{xy} < 0$ – как обратная;

при $r_{xy} = 0$ – связь отсутствовала;

сила связи оценивалась: при $r_{xy} < 0,3$ – как слабая, при $0,3 \leq r_{xy} \leq 0,7$ – умеренная,

при $r_{xy} > 0,7$ – сильная.

Достоверность коэффициента корреляции оценивалась по t-критерию Стьюдента (t):

$$t = \frac{r_{xy}}{\sqrt{\frac{1-r_{xy}^2}{n-2}}},$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции;

x, y – средние значения переменных для выборки n объектов.

Для расчета промежуточных показателей и ввода в программу применялись [20; 30]:

- для изучения связи признаков, измеренных в номинальной шкале, признаков вида «да или нет», выполнялся анализ таблиц сопряженности, статистика Фишера – Пирсона χ^2 , в качестве меры связи рассчитывался коэффициент сопряженности ϕ ;

- для признаков, измеренных в порядковой шкале – данных типа «лучше – хуже», тестовых баллов, – применялся коэффициент корреляции Кендела τ ;

- для данных, измеренных в количественных шкалах, применялся коэффициент корреляции Пирсона r .

При малом числе наблюдений (до 30), при сравнении двух независимых групп по альтернативному признаку, принимающему два значения (либо «есть», либо «нет»), а также когда данные не соответствовали закону нормального распределения, использовался непараметрический метод оценки значимости различий по χ^2 -критерию Фишера – Пирсона.

При частоте изучаемого события менее 5 наблюдений использование χ^2 -критерия является некорректным и требовал использования точного критерия Фишера ϕ .

При нелинейности связи между признаками, отсутствии данных о нормальном характере их распределения, небольшом числе наблюдений сравниваемых признаков, а также когда эти признаки носили порядковый характер, применялся непараметрический коэффициент ранговой корреляции Кендела τ .

При анализе таблиц сопряженности использовалась статистика Фишера – Пирсона χ^2 и рассчитывался коэффициент сопряженности (ϕ) для n признаков.

2.4. Методы клинического обследования

2.4.1. Методы предоперационного обследования

Предоперационное обследование больных, поступающих в ЦТиО с деформациями переднего отдела стопы, проходило по единому алгоритму, включающему: клинический осмотр, рентгенографию стоп в дорсоплантарной и боковой проекциях под физиологической нагрузкой, а также рентгенографию стоп в 3/4 проекции. Кроме того, всем пациентам выполнялись необходимые лабораторно-клинические исследования. Все оперативные вмешательства выполняли под спинномозговой анестезией. Во время операции периодически производили фотографирование различных этапов операций. Исследование являлось моноцентровым. Автор принимал участие в хирургическом лечении всех пациентов, участвующих в исследовании.

Основополагающим фактором, определяющим показания к хирургическому методу коррекции статических деформаций переднего отдела стопы, являлись, не только рентгенологические критерии, а обязательное их сочетание с жалобами, предъявляемыми пациентом и данными клинического осмотра. Мы не оперировали пациентов с только рентгенологическими признаками деформации стопы без боли, считая это косметической деформацией, т. е. I степенью статической деформации переднего отдела стопы (по клинико-хирургической классификации). При этом уделяли особое внимание эстетике стоп после нашей хирургической коррекции. При наличии жалоб на периодически возникающую боль в проекции переднего отдела стопы и рентгенологических признаках I степени статической деформации первым этапом пациентам предлагался консервативный метод лечения, если, конечно, больной до этого никак не лечился.

Общий и местный статус пациентов оценивали по данным историй болезни и рентгенограммам. Оценка локального статуса начиналась с визуальной оценки вида стоп, окраски кожного покрова стопы, наличия «натоптышей» – патологических ороговелостей стопы, экзостозов в области головки первой плюсневой кости, наличие деформации пальцев стопы а также оценка состояния венозной системы.

При визуальном осмотре, обязательно определялся тип стопы, кроме того, исследовались болевые зоны в проекции первого и латеральных «лучей» стопы. Омоозолелости (натоптыши) встречались чаще под головками латеральных плюсневых костей. Особое внимание уделялось вальгусной деформации первого пальца (*hallux valgus interphalangeus*), так как это требовало вмешательства на основной фаланге с целью коррекции вальгусного искривления первого пальца.

Также в ходе осмотра уделялось внимание определению типа эластичности стопы и, отдельно, мобильности первого луча, а также наличию или отсутствию контрактуры пальцев стопы. При этом оценивалась возможность воссоздания поперечного свода путем сжатия стопы в горизонтальной плоскости. Для этой цели нами применялась методика А. А. Карданова.

Гиперэластичность стопы I типа в сочетании со II-III степенями статической деформации требовала хирургической коррекции на уровне среднего отдела стопы и, в связи с этим, не участвовали в нашем исследовании.

Мобильность первого луча определялась на основе мануального тестирования подвижности в плюснеклиновидном суставе в двух плоскостях: сагиттальной и фронтальной. Для этого пальцами одной руки исследующего фиксировали латеральные лучи стопы, а другой рукой, сжимающей первую плюсневую кость в области головки, осуществляли пассивные сгибательные и разгибательные движения (сагиттальная плоскость) и отведение, приведение (фронтальная плоскость) в первом плюснеклиновидном суставе (ПКС1) (Рисунок 2.3.)



а)



б)



Примечание:

- а)** сагиттальная плоскость, тыльное сгибание;
- б)** сагиттальная плоскость, подошвенное сгибание;
- в)** фронтальная плоскость

в)

Рисунок 2.3 – Мануальный тест гипермобильности ПКС1

При излишней подвижности в ПКС1, выполняли дополнительный тест, позволяющий исключить движения в клиноладьевидном сочленении. Пальцами одной руки воспроизводились движения первой плюсневой кости в сагиттальной плоскости, в то время как пальцы другой руки удерживали стопу на уровне медиальной клиновидной кости, исключая возможность движений в клиноладьевидном суставе (Рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Дополнительный мануальный тест гипермобильности ПКС1

Выполнение данной пробы позволяло точнее оценить ПКС1, оценить его подвижность, наличие локальной боли и хруста. Амплитуда движений в первом плюснефаланговом суставе оценивалась нами при помощи стандартного угломера.

В ходе клинического осмотра латеральных «лучей» стопы, учитывали корреляцию жалоб на боль в их проекции, связанную или не связанную с нагрузкой (ходьбой), ношением узкой обуви, с наличием гиперкератозов (натоптышей) под головками плюсневых костей. Принятию правильного решения также помогала пальпация подошвенной поверхности стопы в проекции головок плюсневых костей, позволяющая оценить толщину мягкотканой подушки под каждой из них.

Кроме того, исследуя латеральные «лучи», оценивались плюснефаланговые и межфаланговые суставы. Так при молоточкообразной, молоткообразной или когтевидной деформациях наличие контрактуры межфалангового сустава являлось показанием к хирургической коррекции. В 6,3% случаев при деформациях, сочетающихся с тыльным вывихом пальца, требовались ступенчатые чрескожные тенотомии разгибателей.

Обязательной частью обследования больного являлась диагностическая проба на укорочение икроножной мышцы, предполагающая возможность выполнения ее релиза путем тенотомии ее головок.

Всем больным перед операцией выполняли рентгенографию стоп с функциональной нагрузкой в стандартных проекциях: боковой, дорсоплантарной и 3/4. Дорсоплантарные рентгенограммы выполнялись при фокусном расстоянии 1 метр с инклинацией луча рентгеновской трубки 15–20°. Признаком правильно выполненной рентгенограммы являлась визуализация щели медиального плюснеклиновидного сустава (ПКС1). На рентгенограммах определялись стандартные принятые в иностранной и отечественной литературе рентгенологические показатели и признаки, такие как:

1) HVA (hallux valgus angle) или MIP1 – угол вальгусного отклонения первого пальца или угол между проксимальной фалангой первого пальца и первой плюсневой костью – образован осями первой плюсневой кости (M1) и проксимальной

фаланги первого пальца (P1). Нормальное значение этого угла колеблется в пределах 8–16°;

2) HVIA (hallux valgus interphalangeus angle) или P1P2 – угол вальгусного отклонения дистальной фаланги первого пальца стопы, относительно основной фаланги. Физиологическое значение данного показателя 8–10° [69];

3) M1M2 – угол варусного отклонения первой плюсневой кости – образован осями первой (M1) и второй (M2) плюсневых костей. Физиологическое значение данного показателя равно 5–8°;

4) M1M5 – угол открытия переднего отдела стопы – образован осями первой (M1) и пятой (M5) плюсневых костей. Данный показатель отражает степень распластанности переднего отдела стопы и в норме не превышает 25°;

5) PASA (DMAA) – отражает угол наклона суставной поверхности головки M1 по отношению к оси M1. Величина нормального угла соответствует 3–6°. Измеряют этот показатель между осью диафиза M1 и перпендикуляром к плоскости суставной поверхности M1;

Кроме того, определялась степень смещения сесамовидных костей. Данный показатель оценивался нами в соответствие с классификацией Михновича Е. Р. (1997):

Ia степень – асимметрия сесамовидных костей относительно гребня головки плюсневой кости;

Ib степень – «перекат» медиальной сесамовидной кости через межсесамовидный гребень;

IIa степень – медиальная сесамовидная кость располагается напротив латеральной суставной площадки плюсневой кости вблизи её гребешка;

IIb степень – медиальная сесамовидная кость отдалена от гребня, латеральная полностью смещена в область межплюсневом промежутка;

IIIa степень – медиальная сесамовидная кость частично (на 1/2–1/3 поперечника) сохраняет связь с суставной площадкой головки плюсневой кости;

IIIb степень – она полностью находится в межплюсневом промежутке.

При выполнении рентгенографии в боковой проекции рентгеновский луч направляли перпендикулярно третьему лучу стопы с расстояния 100 см также на область первого плюсне-клиновидного сустава. При этом основное внимание уделяли изменению высоты продольного свода стопы, а также выраженности дегенеративных изменений суставов стопы.

2.4.2. Методика предоперационного планирования

В своей работе с 2008 по 2010 гг. мы пользовались методикой планирования величины коррекции плюсневых костей, основанной на оценке плюсневой параболы по Lelievre и трех критериях Maestro. В этот период времени мы выполняли открытые, фиксируемые мини-винтами остеотомии, требовавшие абсолютного соблюдения, планируемого перемещения головок плюсневых костей.

Однако с развитием малоинвазивной, подкожной технологии укорочения стало понятным, что при данном методе лечения соблюсти все критерии невозможно, так как тракция остеотомированных нефиксированных головок плюсневых костей в основном осуществляется путем сухожильно-мышечного таксиса. Остеотомированные фрагменты лучей при помощи внешней фиксации (повязки) и под воздействием нагрузки в процессе ходьбы устанавливаются в функционально-выгодное положение.

В своих исследованиях мы пришли к выводу, что при выраженных статических деформациях (III степень), сопровождающихся полным вывихом деформированных, нередко, сросшихся сесамовидных костей (IIIb степень по Михновичу), когда обе они находятся в межплюсневом промежутке и ротированы (Рисунок 2.5) на рентгенограммах в дорсоплантарной проекции очень сложно определить центр тибиальной (латеральной) сесамовидной кости, и, соответственно, построить ось SM4. В связи с чем нами был модифицирован алгоритм предоперационного планирования подразумевающий, что отправной точкой при построении плюсневой параболы, является перпендикуляр к продольной оси M2, проведенный через центр головки M4. Эта поперечная линия (M4S) явилась основой модифицированной методики предоперационного планирования. Новый алгоритм также был актуален

при гипоплазии М4 и при гиперплазии первой плюсневой кости (галломегалии), когда латеральная сесамовидная кость располагается дистальнее чем головки IV плюсневой кости. Для расчета плюсневой параболы мы также учитывали геометрическую прогрессию (критерии Maestro), но начинали отсчет от головки 4 плюсневой кости в обратном порядке ($M4 < M3$; $M4 > M5$; $M3 < M2$; $M2 \geq M1$).

Пример № 1 (Рисунок 2.5): остеоартроз первого плюснефалангового сустава. Сесамовидные кости расположены дистально и срослись между собой и с головкой первой плюсневой кости. Следовательно, определить необходимость коррекции плюсневой параболы по линии SM4 (по Maestro), невозможно, так как она (SM4) смещена дистально относительно головки М4 и линии М4S. Необходимое укорочение первого «луча» в данном случае мы можем рассчитать по расстоянию между SM4 и M4S.



Рисунок 2.5 – Методика предоперационного планирования по Maestro (2003 г.)

Пример № 2 (Рисунок 2.6): расчёт необходимого укорочения второй плюсневой кости и построения новой плюсневой параболы при подвывихе (вывихе) второго и (или) третьего пальцев (при гиперплазии М2, М3). Измеряли величину подвывиха пальцев (расстояние между наиболее проксимальной точкой основной

фаланги пальца и апикальной частью головки плюсневой кости). На это расстояние необходимо укоротить M2 и после этого построить новую плюсневую параболу.



Рисунок 2.6 – Модифицированная методика предоперационного планирования

2.4.3. Методы послеоперационного обследования

В послеоперационном периоде все пациенты курировались и обследовались по единой схеме. В день операции или на следующий день выполняли рентгенографию стоп в стандартных проекциях без нагрузки. Первый осмотр после выписки из стационара (обычно это происходило на 1-2-е сутки после операции) проводился на 14–21-й день. В это посещение снимали швы с послеоперационных ран. Далее через 6 недель, а затем через 3, 6 и 12 месяцев после операции пациенты приглашались на осмотры, во время которых выполнялась рентгенография стоп в стандартных проекциях, пациенты осматривались клинически, проводилось фотографирование стоп, заполнялись опросники.

Для облегчения и унификации оценки результатов хирургического лечения переднего отдела стопы, нами была использована международная оценочная шкала – AOFAS, предложенная комитетом Американского Ортопедического Общества стопы и голеностопного сустава (American Orthopaedic Foot and Ankle Society; AOFAS) [59]. Эта оценочная система представлена в виде таблиц, по которым в баллах оцениваются субъективные показатели: жалобы и ощущения пациента, а также данные объективного клинического осмотра. То есть, – болевой синдром,

функция (необходимость дополнительной опоры, поддержки, требования к обуви, ограничения активности, максимальная дистанция, которую может пройти пациент, хождение по неровной поверхности, расстройства походки). Данная оценочная шкала создана для всех отделов стопы, но в нашем исследовании использовалось только две шкалы: для первого пальца стопы и «первой колонны»; для 2–5-го пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов. Шкалы представлены в Приложениях А и Б.

Результаты лечения оценивали следующим образом – 100 баллов, возможны у пациента без боли и ограничений повседневной и реабилитационной активности, с возможностью ношения обычной обуви и полным объемом движений в суставах переднего отдела стопы в сагиттальной плоскости; отсутствие нестабильности в плюснефаланговых и межфаланговых суставах и болезненных мозолей; хорошая адаптация к плоской поверхности. Пациенты совместно с лечащим врачом при клиническом осмотре отвечали на вопросы и заполняли шкалы до операции и через 3, 6 и 12 месяцев на контрольных осмотрах. На ранних послеоперационных осмотрах (14-е сутки и 1,5 месяца после операционного периода) опросники не заполнялись.

Применение данного опросника позволило совместить субъективную оценку больным результатов лечения и последующей реабилитации с объективной оценкой таких клинических параметров как амплитуда движений в плюснефаланговых суставах, их стабильность, а также адаптацию сегмента к плоской поверхности.

Основными критериями достижения успеха оперативного лечения считали сращение остеотомированных костей в заданном или в случае нефиксированной остеотомии – планируемом положении, восстановление амплитуды движений в суставах, косметический результат и удовлетворенность пациента.

Конечный результат лечения определяли с использованием следующих оценочных категорий:

«Отличный» – при наборе от 90 до 100 баллов по опроснику AOFAS: полная амплитуда движений в плюснефаланговом и межфаланговом суставах при отсутствии их нестабильности, правильном положении и отсутствии дискомфорта при нагрузке и ношении обуви. Также обязательным являлось устранение всех

компонентов деформации, восстановление внешнего вида стопы, безболезненные послеоперационные рубцы, отсутствие отека мягких тканей стопы, «натоптышей», а также нормальное положение большого пальца стопы

«Хороший» – от 65 до 89 баллов по опроснику AOFAS в сочетании с устранением всех компонентов деформации, восстановлением внешнего вида стопы, безболезненными послеоперационными рубцами, отсутствием отека мягких тканей стопы, натоптышей, а также нормальным положением большого пальца стопы, активными движениями в I плюснефаланговом суставе в полном объеме. Пациент при этом может пользоваться обычной обувью, жалоб не предъявляет, результатом операции доволен.

«Удовлетворительный» – от 45 до 64 баллов по опроснику AOFAS в сочетании с возможной периодически возникающей болью при длительной ходьбе, прекращающейся после отдыха, возвращением к прежней работе, ношением обычной обуви. Помимо этого, форма стопы правильная, при осевой нагрузке нет распластанности переднего отдела стопы и отека мягких тканей. Послеоперационные рубцы безболезненны. В незначительной степени уменьшились натоптыши на подошвенной поверхности под головками II и III плюсневых костей. Движения в I плюснефаланговом суставе незначительно ограничены.

«Неудовлетворительный» – менее 44 баллов по опроснику AOFAS в сочетании с сохранением болевого компонента в основном в I плюснефаланговом суставе. Сохранены компоненты деформации, внешний вид стопы не восстановлен, послеоперационные рубцы болезненны, имеет место отек мягких тканей стопы, «натоптыши», а также отклонение большого пальца стопы кнаружи. Активные движения в суставах ограничены и болезненны. Пользование обычной обувью затруднено.

2.5. Характеристика собственного материала

В ходе клинической части нашего исследования был проведен анализ результатов лечения больных, прооперированных в Центре травматологии и ортопедии ФГБУ «ГВКГ им. Н. Н. Бурденко» МО РФ в период с 2006 по 2014 гг.

2.5.1. Клинико-хирургическая классификация статических деформаций переднего отдела стопы

Для решения первой задачи нашей работы с целью облегчения первичной диагностики на этапе клинического осмотра пациента, определения показаний для дальнейшего углубленного обследования, а в последующем и облегчения предоперационного планирования в Центре травматологии и ортопедии ГВКГ им. Н. Н. Бурденко была разработана рабочая клинико-хирургическая классификация, представленная в Таблице 2.3.

Данная классификация, основанная на визуальной оценке деформации переднего отдела стопы по аналогии с Манчестерской шкалой, учитывает не только данные визуального осмотра, но и жалобы пациента, т.е. клинические проявления статических деформаций и позволяет диагностировать статические изменения в переднем отделе стопы самым неинвазивным, безопасным и бюджетным методом – методом клинического осмотра. К визуальным признакам деформации относили: наличие медиальной выпуклости головки первой плюсневой кости и вальгусное отклонение первого пальца. К клиническим признакам относили наличие стойкого болевого синдрома, контрактур суставов, натоптышей, деформации пальцев, ухудшающих качество жизни пациента.

Таблица 2.3 – Рабочая клинико-хирургическая классификация статических деформаций переднего отдела стопы

<i>Степень статической деформации</i>	<i>Критерии</i>
I степень	Визуальная деформация без клинически значимых признаков. Периодически возможен болевой синдром в проекции первого «луча» стопы. Рентгенологические признаки статической деформации первого «луча» стопы: M1M2 – 10–14°; HVA – 15–20°
II степень	Клинические признаки статической деформации только первого «луча» стопы. Рентгенологические признаки статической деформации первого «луча» стопы: M1M2 →15°; HVA →20°
III степень	Клинические признаки статической деформации первого и латеральных «лучей» стопы в различных комбинациях. Рентгенологические признаки статической деформации первого «луча» стопы: M1M2 →15°; HVA →20°

Согласно данным таблицы к легкой (I) степени статической деформации переднего отдела стопы мы относили больных с визуальными и рентгенологическими

признаками статических деформаций переднего отдела стопы, без боли или с периодически возникающим болевым синдромом в проекции первого луча стопы. Такие пациенты получали консервативное лечение и в нашем исследовании не участвовали.

Средняя (II) степень статической деформации переднего отдела стопы подразумевает под собой, помимо рентгенологических признаков поперечного плоскостопия наличие и клинических признаков заболевания, самым главным, из которых является болевой синдром. При этом деформация, боль, контрактуры суставов, натоптыши или бурситы беспокоят пациента исключительно в проекции первого луча стопы. Рентгенологические критерии средней степени деформации (M1M2 более 15° ; HVA более 20°) также, как и в традиционных классификациях требовали коррекции первого луча стопы.

У пациентов с выраженной (III) степенью статической деформации, кроме деформации первого луча имели место клинические проявления статических деформаций какого-либо из латеральных «лучей» стопы в различных комбинациях, к которым мы относили: метатарзалгии, болезненные ороговелости (натоптыши) в проекции головок плюсневых костей или межфаланговых суставов, деформации и отклонения пальцев. К рентгенологическим критериям, помимо классифицируемых ранее признаков поперечного плоскостопия, относили различные нарушения плюсневой параболы в виде гиперплазии или гипоплазии плюсневых костей, дисконгруэнтность (подвывихи и вывихи) плюснефаланговых и межфаланговых суставов латеральных «лучей» стопы.

Учитывая ретроспективный характер исследования, для облегчения сравнения пациентов в группах был проведен сравнительный адаптационный анализ соответствия разработанной клинико-хирургической классификации деформаций переднего отдела стопы традиционным классификациям, описанным в литературе и ранее применяемым в Центре травматологии и ортопедии.

2.5.2. Характеристика собственного материала и усовершенствованной методики предоперационного планирования хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы

Для решения второй задачи было проведено клиническое исследование. Выполнен анализ историй болезни пациентов, страдающих поперечным плоскостопием III степени (по клинико-хирургической классификации). Кроме того, критерием отбора была степень смещения сесамовидных костей, оцениваемая по Михновичу Е.Р. (1997). В данном исследовании участвовали лишь пациенты с IIIa и IIIb степенями смещения сесамовидных костей. Всем пациентам были выполнены одинаковые хирургические коррекции согласно алгоритму выбора метода оперативного лечения. Больные были разделены на две группы. В первую группу (I/I) вошел 41 пациент, которым хирургическая коррекция статической деформации переднего отдела стопы была выполнена согласно предоперационному планированию по вышеописанной традиционной методике Maestro; во вторую группу (I/II), мы включили 51 пациента, которые были оперированы согласно модифицированной в нашем Центре методике предоперационного планирования и подробно описанной в главе 2 нашего исследования.

Оценку результатов лечения больных в обеих группах после хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы осуществляли клинически и по контрольным рентгенограммам по следующим критериям:

- функциональный результат хирургического лечения по шкале AOFAS в баллах (таблицы для первого луча и первого пальца; 2–5-го пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов);
- количество рецидивов метатарзалгии в процентах;
- необходимость ревизионных операций в процентах;
- соответствие послеоперационных рентгенограмм стоп предоперационному планированию.

К рецидивам метатарзалгии относили случаи возникновения стойкого болевого синдрома в области проекции головок плюсневых костей через 6 месяцев после операции. Данные о каждом пациенте с рецидивом метатарзалгии, а также о

больных, перенесших повторные (ревизионные) операции на переднем отделе стопы, суммировались, и показатели вносились в таблицы.

Для определения соответствия послеоперационных рентгенограмм стоп предоперационному планированию сравнивали предоперационные рентгенограммы с послеоперационными. При этом на предоперационных и послеоперационных рентгенограммах измеряли углы M1P1, M1M2, PAsA, определялись две оси стопы – сагиттальную, соответствующую линии, соединяющую центр головки M2 и середину суставной поверхности головки таранной кости, и две поперечные (SM4 и M4S). При помощи вышеуказанных референтных линий определяли три критерия Maestro (Рисунок 1.3), далее по разности этих значений на пред- и послеоперационных рентгенограммах определяли эффективность хирургического лечения.

2.5.3. Определение наиболее эффективных и малотравматичных методов хирургической коррекции статических деформаций первого «луча» стопы

С целью решения третьей задачи исследовательской работы для определения наиболее эффективных методик хирургической коррекции поперечного плоскостопия и разработки алгоритма их применения при различных степенях деформации переднего отдела стопы была исследована эффективность остеотомий первой плюсневой кости, применяемых в нашем Центре. Из общего числа больных было выделено три группы пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы II степени (по клинико-хирургической классификации), страдающих поперечным плоскостопием II-III степени. В первую группу (II/I) вошло 46 человек после коррекции первой плюсневой кости путем шевронной остеотомии (типа «Johnson»). Во второй группе (II/II) было 53 пациента, которым была выполнена традиционная остеотомия типа «Scarf»; 56 пациентам третьей группы (II/III), коррекция первой плюсневой кости была выполнена путем «mini-Scarf» – остеотомии.

Во всех трех группах критериями сравнения были:

- количество случаев недостаточной коррекции в процентах от общего числа операций;
- необходимость ревизионных операций на первом «луче» в процентах;

- функциональный результат хирургического лечения по шкале AOFAS для первого пальца стопы и «первой колонны» в баллах;
- длина кожного разреза в миллиметрах;

К недостаточной коррекции мы относили хотя бы один из сохраняющихся после операции рентгенологических критериев поперечного плоскостопия:

- угол M1M2, превышающий 10°;
- угол PASA, превышающий 8°;
- угол M1P1, превышающий 12°;
- подвывих сесамовидных костей.

Для определения значения уменьшения углов M1M2, M1P1, PASA, а также для исключения подвывиха сесамовидных костей сравнивали предоперационные рентгенограммы с послеоперационными. При этом на предоперационных и послеоперационных рентгенограммах измеряли вышеуказанные показатели по стандартным методикам, далее по разности этих значений определяли величину коррекции показателей. Смещением сесамовидных костей считали Ib степень и более (Михнович Е. Р., 1997).

К повторным (ревизионным) операциям относили любые хирургические вмешательства на первом «луче», выполняемые пациентам за весь период послеоперационного наблюдения.

Длина кожного разреза в миллиметрах, измерялась при помощи стандартной сантиметровой линейки в конце каждой операции, результаты заносились в протоколы операций, затем в ходе ретроспективного анализа протоколов операций рассчитывались средние значения в миллиметрах.

2.5.4. Определение наиболее эффективных и малотравматичных методов хирургической коррекции статических деформаций латеральных «лучей» стопы

Следующей частью нашей работы в решении третьей задачи исследования с целью определения наиболее эффективной методики коррекции II–V плюсневых костей стопы ретроспективно из общего числа больных было выделено три группы пациентов после коррекции 2–4-й плюсневых костей путем косой дистальной метадиафизарной остеотомии типа Weil, 5 плюсневая кость корригировалась путем

дистальной шевронной остеотомии. В исследовании принимали участие только пациенты с III степенью статической деформации переднего отдела стопы, перенесшие дистальные остеотомии плюсневых костей симультанно на двух стопах по единому алгоритму: коррекция «первого луча» путем остеотомии первой плюсневой кости «mini-Scarf» с фиксацией безголовчатым канюлированным винтом. А по способу коррекции 2–5-й плюсневых костей все пациенты были разделены на три группы. В первую группу (III/I) вошло 23 больных, которым была выполнена остеотомия 2–5-й плюсневых костей с фиксацией мини-винтами, при этом 2–4-й плюсневые кости корригировались по классической методике Weil, а пятая плюсневая кость – традиционной шевронной остеотомией с фиксацией мини-винтом.

Во второй группе (III/II) было 36 пациентов, которым была выполнена малоинвазивная остеотомия латеральных «лучей» стопы при помощи осциллирующей пилы по вышеописанным методикам без последующей фиксации остеотомированных фрагментов. При этом, вследствие отсутствия необходимости полной визуализации остеотомированных фрагментов, остеотомия выполнялась из малоинвазивных доступов. 39 пациентам третьей группы (III/III) коррекция 2–5-й плюсневых костей была выполнена путем чрескожной дистальной метадиафизарной остеотомии (ЧДМДО) при помощи бура высоко-оборотистой силовой установки.

Техника чрескожной дистальной метадиафизарной остеотомии (ЧДМДО) II–IV плюсневых костей. Операцию начинали, согласно предоперационному планированию, на тыльной поверхности стопы в первом межплюсневом промежутке при помощи скальпеля № 15 выполнялся линейный разрез кожи длиной до 0,5 см на уровне латеральной сесамовидной кости (этот же доступ использовался, при необходимости, для латерального релиза 1 ПФС). Подкожная жировая клетчатка и сухожилия мышц разгибателей второго пальца раздвигались и мобилизовались тупо при помощи изогнутого зажима Холстеда (типа «Москит»). Далее в сформированный в межплюсневом промежутке канал вводился бур-роутер высокооборотистой силовой установки. Бур устанавливался по заднебоковой поверхности плюсневой кости далее выполнялась остеотомия по типу Weil со скоростью вращения бура-роутера силовой установки 8000–12000 оборотов в 1 минуту.

Остеотомированный фрагмент головки плюсневой кости смещался в планируемом направлении. Рана ушивалась наглухо.

Техника чрескожной дистальной метадиафизарной остеотомии (ЧДМДО) V плюсневой кости. На латеральной поверхности стопы в проекции дистального метадиафиза пятой плюсневой кости при помощи скальпеля № 15 выполнялся линейный разрез кожи длиной до 0,5 см. Подкожная жировая клетчатка раздвигалась тупо при помощи зажима Холстеда (типа «Москит»), что позволяло минимизировать риск повреждения сосудов и нервов. Далее в сформированный канал вводился бур-роутер высоко оборотистой силовой установки. Бур устанавливался по латеральному краю плюсневой кости и выполнялась типичная шевронная остеотомия со скоростью вращения бура-роутера силовой установки 8000–12000 оборотов в 1 минуту. Остеотомированный фрагмент головки плюсневой кости смещался медиально под контролем ЭОП. Рана ушивалась наглухо.

В исследовании принимали участие только больные, перенесшие чрескожные дистальные остеотомии 2–5-й плюсневых костей по вышеописанным методикам симультанно на двух стопах в различных сочетаниях.

Во всех трех группах критериями сравнения были:

- средняя длина кожной раны в миллиметрах;
- среднее время операции в минутах;
- средний срок послеоперационной реабилитации в сутках;
- количество случаев замедленного сращения остеотомированных плюсневых костей;
- количество ревизионных операций;
- функциональный результат хирургического лечения в баллах.

Длина кожного разреза в миллиметрах, измерялась при помощи стандартной стерильной сантиметровой линейки в конце каждой операции, результаты заносились в протоколы операций, затем в ходе ретроспективного анализа протоколов операций рассчитывались средние значения в миллиметрах.

Для определения среднего времени операции проводился ретроспективный анализ протоколов хирургических операций. За время начала операции

принималось время начала первого разреза на стопе, за время окончания операции – время наложения последнего шва на кожную рану, затем рассчитывалось общее время операции на одной стопе. Результаты заносились в таблицы, и затем рассчитывалось среднее значение времени операции на одной стопе.

Длительность послеоперационного реабилитационного периода оценивалась по результатам рентгенографии стоп и контрольных клинических осмотров пациентов в послеоперационном периоде. Рентгенограммы стоп в дорсоплантарной и 3/4 проекциях назначались через 6 недель после операции. Консолидация остеотомированных плюсневых костей оценивалась по контрольным рентгенограммам стоп через 6 недель после операции. Окончанием реабилитационного периода считалось рентгенологически подтвержденное сращение остеотомированных фрагментов и возможность безболезненной ходьбы в обычной обуви. Результаты заносились в индивидуальные регистрационные карты пациентов, и затем рассчитывалось среднее значение длительности послеоперационного реабилитационного периода в сутках.

Учитывались ревизионные (повторные) операции в каждой группе пациентов, которые выполнялись по поводу метатарзалгии. Во внимание принимались повторные хирургические коррекции, выполняемые на латеральных «лучах» стопы за двенадцать месяцев наблюдения.

2.5.5. Характеристика собственного материала и методов исследования клинической эффективности предложенного алгоритма хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы и анализ послеоперационных осложнений

Для решения пятой задачи нашего исследования был проведен ретроспективный анализ клинической эффективности и изучены послеоперационные осложнения предложенной тактики хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы.

Проведен анализ историй болезни пациентов, страдающих поперечным плоскостопием III степени. Из общего количества пациентов, участвующих в нашем исследовании, были выделены две группы, различающиеся лишь тактическим подходом к хирургическому лечению статических деформаций переднего отдела стопы.

В первую группу (IV/I) вошло 56 человек после коррекции деформации переднего отдела стопы путем изолированной традиционной Scarf остеотомии первой плюсневой кости. Данная группа была ретроспективно сформирована из пациентов, оперированных в госпитале в период с 2006 г. по 2008 г. т.к. до 2008 г. мы не выполняли коррекцию 2–5-й плюсневых костей. Коррекция молоточкообразной деформации при необходимости выполнялась лишь в объеме резекционной артропластики межфаланговых суставов. Во вторую группу (IV/II) мы включили 64 пациента, которые были оперированы согласно алгоритму хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы, разработанного в нашем Центре.

В обеих группах критериями сравнения были:

- функциональный результат хирургического лечения по шкалам AOFAS для 1–5-го пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов в баллах;
- необходимость ревизионных операций в процентах;
- количество случаев послеоперационных осложнений в процентах от общего числа операций.

К повторным (ревизионным) операциям относили любые хирургические вмешательства на переднем отделе стопы, выполняемые пациентам за весь период послеоперационного наблюдения по поводу рецидива деформации или недостаточной коррекции после хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы.

Все послеоперационные осложнения хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы мы разделили на две группы:

I группа – специфические осложнения, т.е. связанные с недочетами в предоперационном планировании и нарушениями хирургической техники операции, направленной на коррекцию переднего отдела стопы:

- рецидив вальгусной деформации первого пальца стопы (hallux valgus reccurrent);
- варусная деформация первого пальца стопы (hallux varus);
- стойкая комбинированная контрактура первого пальца стопы (hallux rigidus);

- рецидив метатарзалгии;
- нестабильность или вторичное смещение остеотомированных фрагментов;
- замедленная консолидация и остеонекроз остеотомированных фрагментов;

II группа – «общехирургические» осложнения:

- краевые некрозы послеоперационных ран;
- инфекция области хирургического вмешательства;
- тромбозы глубоких вен;
- ятрогенные повреждения сосудов и нервов.

Рецидивом вальгусной деформации первого пальца считали II и III степени статической деформации переднего отдела стопы по клинико-хирургической классификации.

Варусной деформацией первого пальца (*hallux varus*) считали отклонение первого пальца кнутри от продольной оси первой плюсневой кости, рентгенологически определяемое как отрицательный угол PASA.

К рецидивам метатарзалгии относили случаи возникновения стойкого болевого синдрома в области проекции головок плюсневых костей через 6 месяцев после операции.

Нестабильность имплантатов (винтов), вторичное смещение, а также замедленная консолидация и остеонекроз остеотомированных фрагментов выявлялись на контрольных рентгенограммах стоп, которые выполнялись через 1,5, 3, 6 месяцев и, при необходимости, через 12 месяцев.

Предметом нашего исследования были лишь осложнения, связанные с коррекцией или отсутствием коррекции латеральных «лучей» стопы. К данным осложнениям из вышеперечисленных нами были отнесены только метатарзалгии. Остальные осложнения, также как и общехирургические, учитывались общим количеством.

Данные о каждом пациенте с осложнениями, а также о больных, перенесших повторные операции на переднем отделе стопы, суммировались, и показатели вносились в таблицы.

2.5.6. Экспериментальный этап

На третьем (экспериментальном) этапе исследования с целью решения четвертой задачи - определения безопасных скоростных характеристик силовых установок, применяемых для перкутанных остеотомий, была выполнена серия опытов. Их проведение одобрено Комитетами по этике ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, а также Комитетом по этике РУДН. Исследование осуществлялось на животных и проводилось на базе экспериментальной лаборатории (с виварием) госпиталя.

Дизайн опыта

Все животные (половозрелые кролики породы «шиншилла», средний возраст 8 месяцев, средний вес 4,7 кг) были разделены на пять групп: I группа сравнения - 14 животных, у которых были исследованы результаты остеотомии осциллирующей пилой правой бедренной кости, II группа – 14 животных, которым под общей анестезией (ксила 2%, дозировка рассчитывалась в зависимости от веса животного из расчета в/в 0,15 мл на 1 кг массы животного) после обработки операционного поля разрезом 6,0 см по передненаружной поверхности средней трети бедра выполнялся доступ к диафизу бедренной кости. Далее на диафиз бедренной кости устанавливалась титановая пластина «Остеомед» толщиной 2,2 мм с шестью в ряд расположенными отверстиями под винты диаметром 2,7 мм. При этом остеосинтез выполнялся с применением мостовидной техники, т.е. в дистальные и проксимальные отверстия вводилось по два-три винта диаметром 2,7 мм. Затем выполнялась полная косая остеотомия (под углом 45° к поперечной оси) средней трети диафизов обеих бедренных костей. При этом на левом бедре остеотомия осуществлялась при помощи бура высокооборотистой силовой установки TPS (Total Performance System) «Stryker» со скоростью вращения бура 8000 оборотов в минуту, а контралатеральная (правая) бедренная кость пересекалась под аналогичным углом, на том же уровне, но при помощи осциллирующей пилы Colibri «DepuySynthes». III–V группы (по 14 животных в каждой группе) отличались от второй группы лишь скоростью вращения высокооборотистого бура: 12000, 16000, 20000 оборотов в 1 минуту соответственно.

Процесс установки металлоконструкций на бедренную кость кролика и последующую ее остеотомию, представлен на следующих рисунках.



Рисунок 2.7 – Укладка на операционном столе

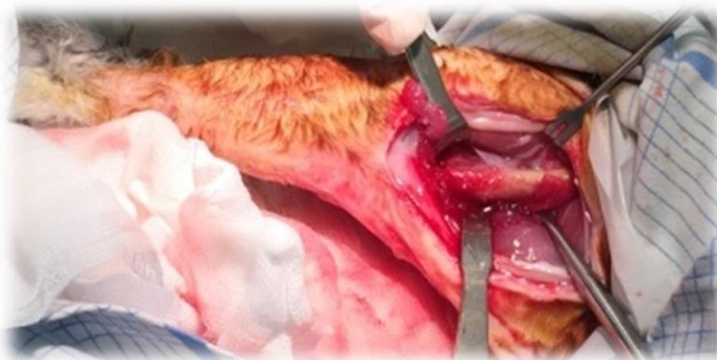


Рисунок 2.8 – Доступ к диафизу бедренной кости



Рисунок 2.9 – Установлена пластина, формируются отверстия под винты

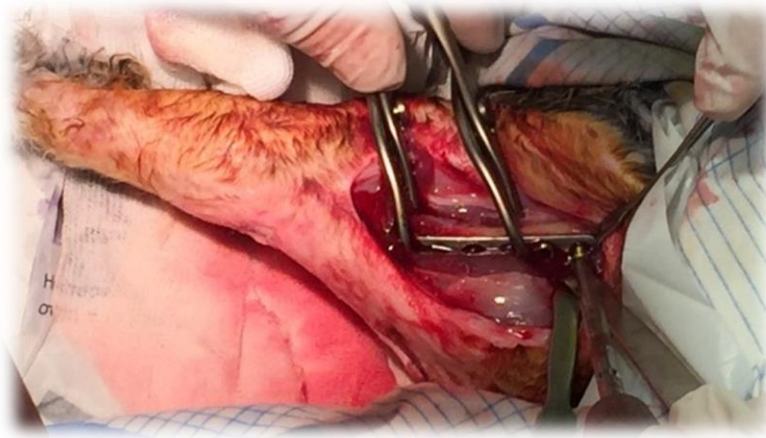


Рисунок 2.10 – Фиксация пластины винтами



Рисунок 2.11 – Остеотомия бедренной кости при помощи осциллирующей пилы

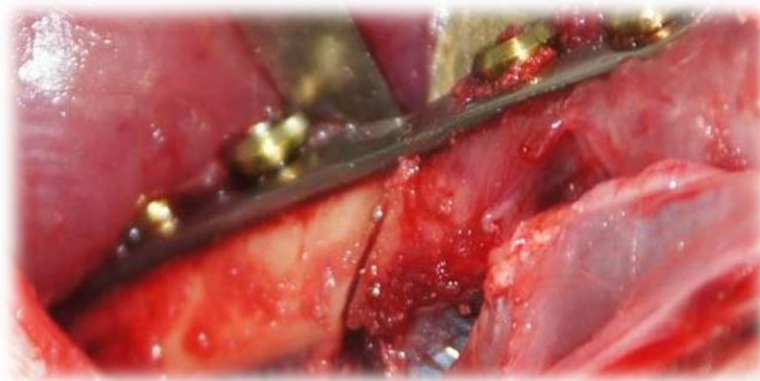


Рисунок 2.12 – Остеотомированная при помощи осциллирующей пилы бедренная кость

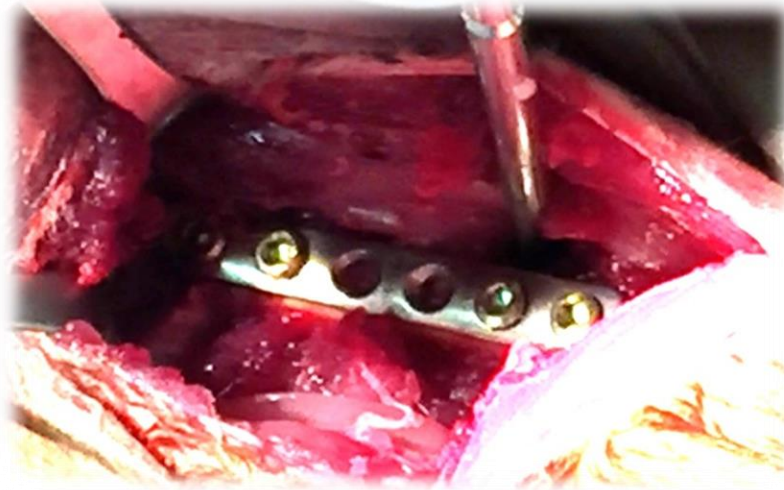


Рисунок 2.13 – Остеотомия бедренной кости при помощи роутера



Рисунок 2.14 – Остеотомированная при помощи роутера бедренная кость



Рисунок 2.15 – Вид ушитой раны

Затем, по окончании 3 и 6 месяцев послеоперационного периода по 7 животных каждой группы выводили из эксперимента путем инъекции в ушную вену раствора ксила 2% – 10 мл. Выполнялась экзартикуляция задних конечностей на уровне тазобедренного сустава, производилось их рентгенологическое и

гистологическое исследование. Все рентгенограммы выполнялись на цифровом рентген-аппарате Regiusmodel 190 («Konica-Minolta», Япония) в стандартных условиях и «костном» режиме. На цифровых рентгенограммах оценивались размеры костной мозоли, ширина диастаза между остеотомированными фрагментами бедренной кости. При этом размеры костной мозоли оценивались при помощи встроенного инструмента «линейка» в программе RadiAnt DICOM Viewer 4.1.9.

Далее выполнялось удаление имплантатов (пластины и винтов) с бедренных костей, которые в последующем фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина. Под контролем рентгенограмм выделяли прилежащие к области остеотомии фрагменты кости. Готовили микропрепараты и проводили гистологический анализ. Исследовались зоны остеотомии: наличие участков некроза, формирование новой костной ткани в зоне остеотомии. Полученные в группах данные анализировались, результаты заносились в индивидуальные регистрационные карты животного.

Всего было выполнено 112 операций на 56 кроликах.

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЯ

С целью определения безопасных скоростных характеристик силовых установок, используемых для чрескожных остеотомий плюсневых костей, были отслежены результаты рентгенографии бедренных костей животных, выводимых из эксперимента по окончании 3 и 6 месяцев послеоперационного периода. При этом на цифровых рентгенограммах оценивались размеры костной мозоли, наличие диастаза между остеотомированными фрагментами бедренной кости.

Далее выполнялось удаление имплантатов (пластины и винтов) с бедренных костей (Рисунки 3.1–3.3), которые в последующем фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина. Под контролем рентгенограмм выделяли прилежащие к области остеотомии фрагменты кости.



а) боковая проекция



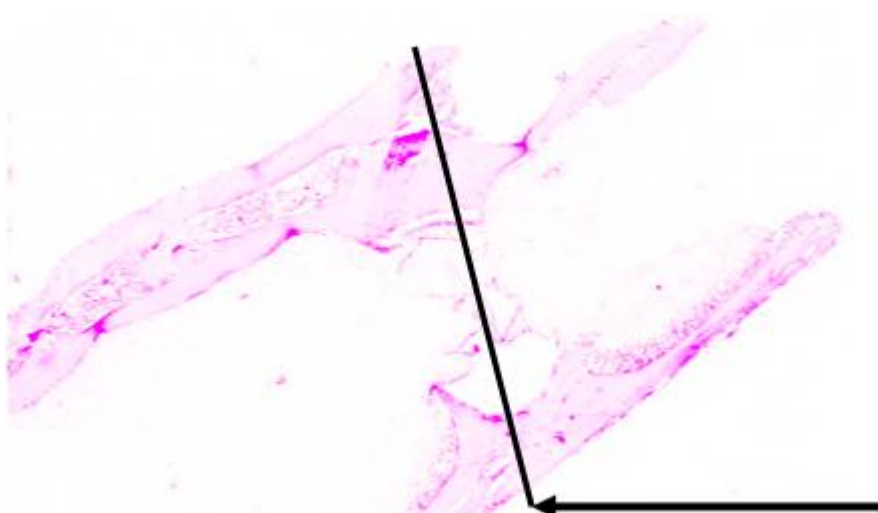
б) прямая проекция



в) рентгенограмма
боковая проекция



г) удалена пластина



д) гистологическое исследование зоны остеотомии (отмечена линией)

Рисунки 3.1 – Сросшаяся бедренная кость после остеотомии осциллирующей пилой 3 мес.



а) прямая проекция



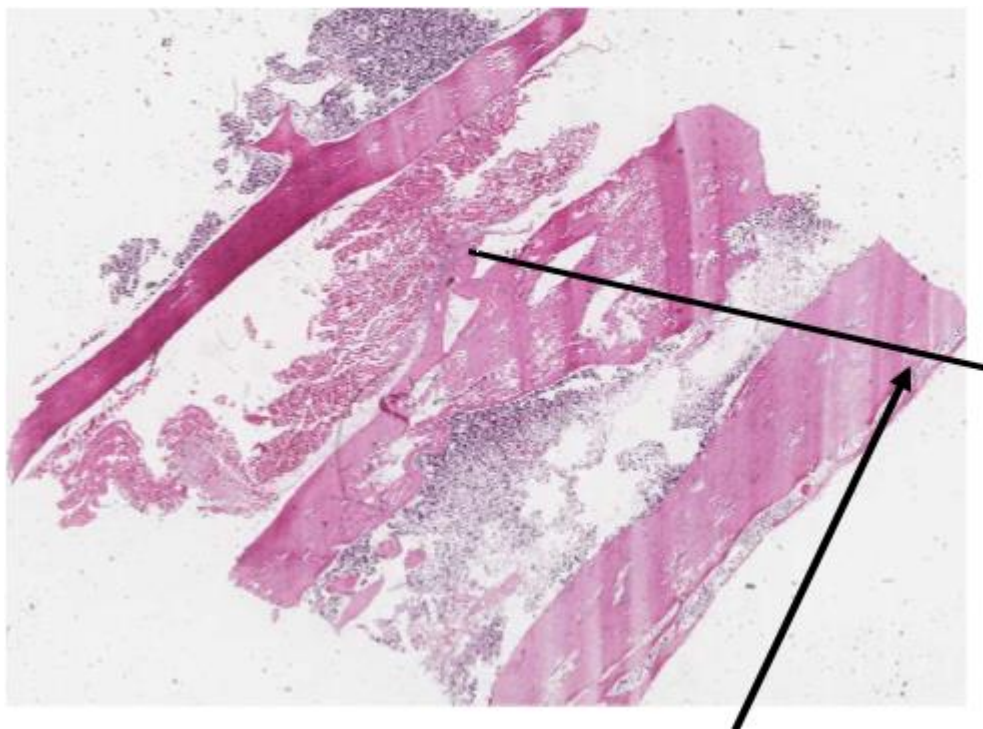
б) боковая проекция



в) рентгенограмма боковая проекция



г) удалена пластина



д) гистологическое исследование зоны остеотомии (отмечена линией)

Рисунок 3.2 – Сросшаяся бедренная кость животного II группы 3 мес.



а) прямая проекция



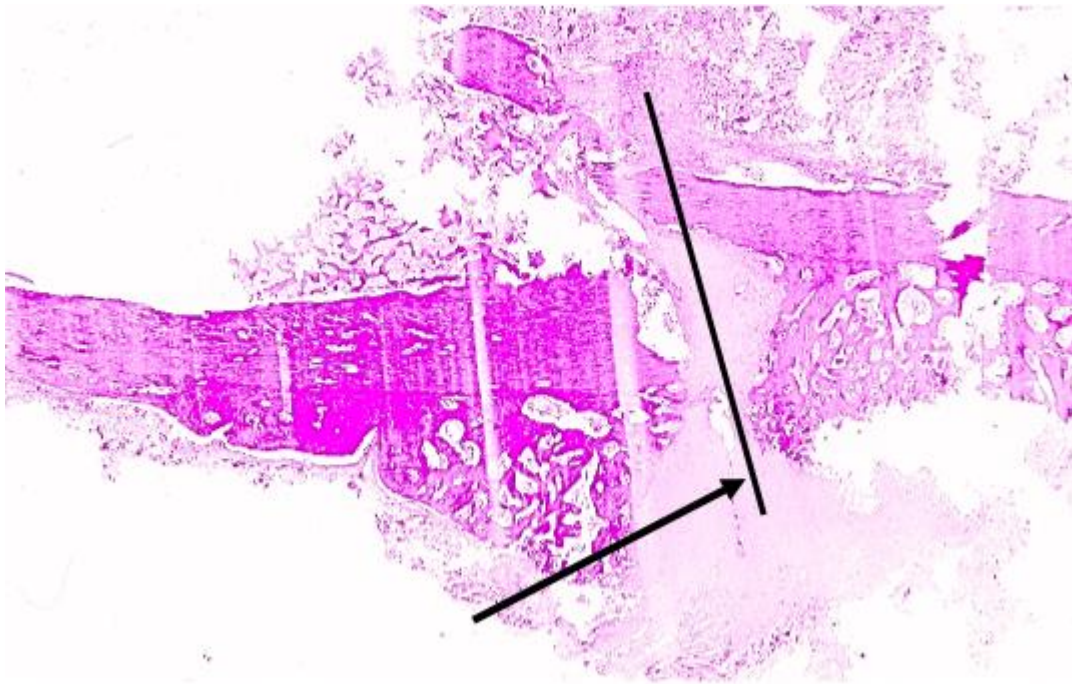
б) боковая проекция



в) рентгенограмма боковая проекция



г) удалена пластина



д) гистологическое исследование зоны остеотомии (отмечена линией)

Рисунок 3.3 – Ложный сустав у животного III группы 6 мес.

Таблица 3.1 – Сравнение групп животных по степени сращения остеотомированных фрагментов через 3 месяца наблюдения

Признаки сравнения	I группа	II группа	III группа	IV группа	V группа
Размер костной мозоли в мм	9,9±0,2	10,8±0,2	11,2±0,4	16,7±0,3***	19,2±0,5****
Наличие межотломкового диастаза в %	Нет	Нет	14,2±1,2**	42,8±1,9***	57,1±1,9****
Гистологические признаки замедленного сращения в %	Нет	14,3±1,3*	28,7±1,8**	57,3±2,0***	71,4±2,1****
Примечание: * – результат статистически различается в ряду между группами I и II; ** – результат статистически различается в ряду между группами I-II и III; *** – результат статистически различается в ряду между группами I-III и IV; **** – результат статистически различается в ряду между группами IV и V					

Анализ полученных данных позволил выяснить, что через 3 мес. после операции рентгенологические показатели, свидетельствующие о формировании костной мозоли, в группе сравнения (I), II и III группах статистически не различались ($p = 0,13$) и составили $9,9 \pm 0,2$ мм в I группе, в группах II и III $10,8 \pm 0,2$ мм и $11,2 \pm 0,8$ мм соответственно. Кроме того, в первой и второй группах на рентгенограммах не прослеживался межфрагментарный диастаз, что позволяло судить о сращении остеотомированных фрагментов. При этом в IV группе размеры костной мозоли были более чем треть больше ($p \leq 0,05$) чем в предыдущих группах животных ($16,7 \pm 0,3$ мм), а в группе V средние размеры костной мозоли были

наибольшими $-19,2 \pm 0,5$ мм, практически в два раза (на $48,7 \pm 0,3\%$) превышая данные группы сравнения. Диастаз между остеотомированными фрагментами был выявлен в III–V группах животных. Так в третьей группе лишь в $14,2 \pm 1,2\%$ выявлена замедленная консолидация, в IV группе – $42,8 \pm 1,9\%$, а V группе более чем в половине случаев ($57,1 \pm 1,9\%$) на рентгенограммах прослеживался диастаз между фрагментами бедренной кости.

Дополнительно с помощью гистологического исследования препаратов выведенных из эксперимента животных удалось определить, что формирование костной мозоли между остеотомированными фрагментами отмечалось в разной степени во всех группах. Так во всех случаях остеотомия бедренной кости при помощи осциллирующей пилы закончилась сращением последней в группе сравнения через 3 месяца после операции. Гистологическая картина во всех случаях группы сравнения была представлена участками сращения в виде зрелых костных структур с очаговым кальцинозом, без признаков некроза и воспалительной инфильтрации. В группе II, несмотря на рентгеновские признаки сращения, в $14,3 \pm 1,3\%$ были выявлены гистологические признаки замедленной консолидации в виде клеток соединительной ткани (фибробластов), лейкоцитов и макрофагов в межфрагментарной зоне, отсутствия костных балок между отломками, а также выраженной периостальной мозоли. В III группе животных гистологически было выявлено $28,7 \pm 1,8\%$ замедленных сращений в виде фрагментов губчатой костной ткани с наличием в расширенных межбалочных пространствах преимущественно липоцитов, небольших участков деятельного костного мозга с очажками фиброзной ткани. Часть Гаверсовых каналов была оптически пуста, на некоторых участках компактную кость покрывала надкостница. В IV и V группах также отмечалось прогрессивное увеличение количества животных с замедленным сращением остеотомированных фрагментов – $57,3 \pm 2,0\%$ и $71,4 \pm 2,1\%$ соответственно.

Анализируя данные полугодового исследования (см. Таблицу 3.2), удалось выяснить, что в группе сравнения, а также в группах II и III рентгенологически и гистологически подтверждены сращения остеотомированных бедренных костей во всех случаях.

Таблица 3.2 – Сравнение групп по степени сращения остеотомированных фрагментов через 6 месяцев наблюдения

<i>Признаки сравнения</i>	<i>I группа</i>	<i>II группа</i>	<i>III группа</i>	<i>IV группа</i>	<i>V группа</i>
Размер костной мозоли в мм	9,1±0,3	9,9±0,1	10,8±0,4	16,8±0,3*	19,6±0,3**
Наличие межотломкового диастаза в %	Нет	Нет	Нет	28,7±1,8*	42,8±1,9**
Гистологические признаки несращения в %	Нет	Нет	Нет	28,7±1,8*	42,8±1,9**
<i>Примечание:</i> * – результат статистически различается в ряду между группами I–III и IV; ** – результат статистически различается в ряду между группами IV и V					

При этом было отмечено статистически незначимое ($p = 0,16$) уменьшение размеров костной мозоли во всех трех группах, что, подтверждено гистологически уплотнением костных балок в зоне сращения. В IV группе размеры костной мозоли также были более чем треть больше, чем в предыдущих группах животных (16,8±0,3 мм ($p = 0,033$)), а в группе V средние размеры костной мозоли были наибольшими – 19,6±0,3 мм, также практически в два раза (на 49,8±0,6% ($p = 0,021$)) превышая данные группы сравнения. Диастаз между остеотомированными фрагментами вновь был выявлен в IV-V группах животных. При этом наличие межфрагментарного диастаза сочеталось и совпадало с количеством гистологически подтвержденных ложных суставов в четвертой и пятой группах. Так в IV группе почти у трети животных (28,7±1,8%) рентгенологически и гистологически было выявлено вышеуказанное нарушение сращения, а V группе таких животных было уже 42,8±1,9%!

Таким образом, к 6-му месяцу после операции признаки сращения остеотомированных фрагментов рентгенологически и гистологически определялись во всех группах животных. При этом, если на 3-месячном исследовании в группах II и III было отмечено несколько случаев замедленной консолидации, то к 6 месяцам у всех животных данных групп достигнуто сращение бедренных костей (см. диаграмму на Рисунке 3.4). В то время как, в группах IV и V при последнем исследовании зарегистрированы случаи формирования ложных суставов, при этом количество ложных суставов было прямо пропорционально возрастанию скорости

вращения бура-роутера, так в группе IV было $28,7 \pm 1,8\%$ ($p = 0,039$) осложнений, а в группе V – $42,8 \pm 1,9\%$ ($p = 0,018$).

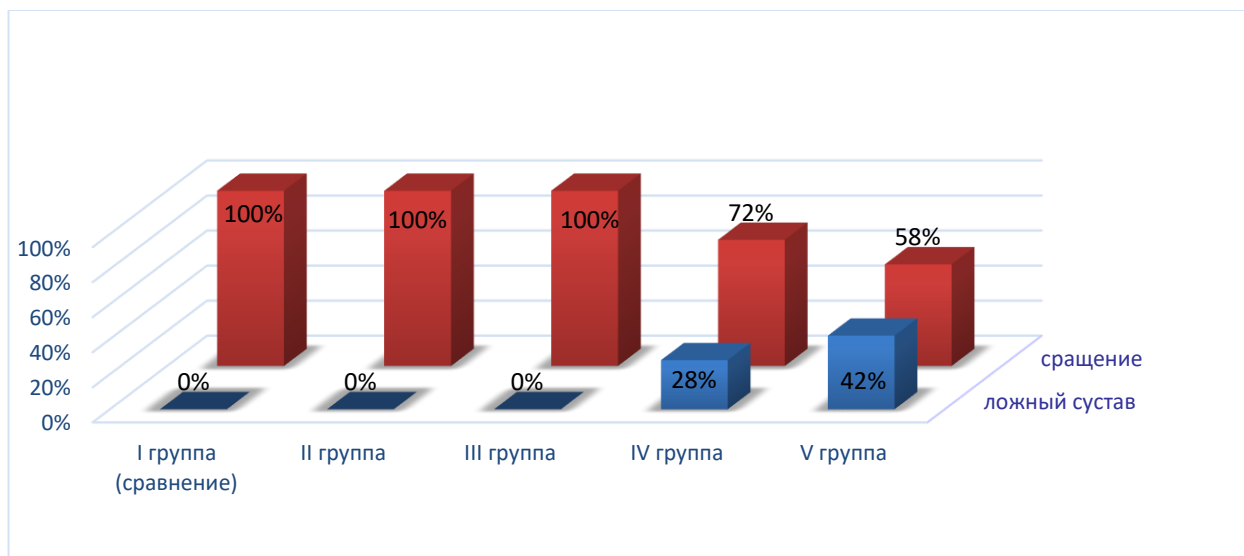


Рисунок 3.4 – Результат остеотомии бедренных костей кроликов через 6 мес.

При гистологическом исследовании (см. Рисунок 3.5) костных фрагментов с ложными суставами было выявлено, что костные балки истончены, некоторые разрушены, часть Гаверсовых каналов оптически пуста.

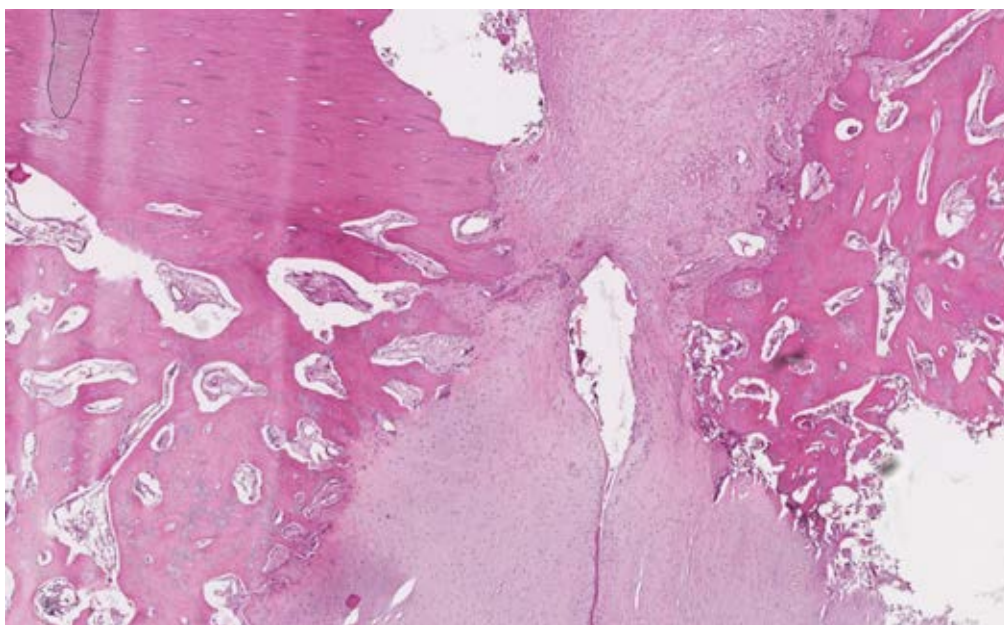


Рисунок 3.5 – Гистологическая картина зоны ложного сустава

В межбалочных пространствах участки жировой и фиброзной ткани с очаговой воспалительной инфильтрацией из лимфоцитов, плазмоцитов и единичных нейтрофильных лейкоцитов, небольшие участки некроза (участки аморфных

эозинофильных масс, ядра не определялись), кальциноза с замурованными зрелыми реактивными костными балочками, пролиферацией фибробластов и гиперцеллюлярными хрящевыми незрелыми островками.

Таким образом, учитывая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что остеотомии, выполненные при помощи осциллирующей пилы во всех случаях, закончились сращением бедренных костей без осложнений. Также было выяснено, что остеотомии, выполненные при помощи бура-роутера со скоростью вращения 8000 оборотов в минуту, по данным рентгенографии закончились сращением остеотомированных фрагментов в течение трех месяцев. Однако в данной группе животных (II) в $14,3 \pm 1,3\%$ случаев, несмотря на рентгенографические признаки при гистологическом исследовании было выявлено неполное сращение, что свидетельствовало о замедленной консолидации. При этом количество случаев замедленных сращений в остальных группах прямо коррелировало со скоростью вращения остеотомирующего бура, т.е. чем выше скорость, тем большее количество случаев нарушений процесса репаративной регенерации костной ткани мы получали. Следует отметить, что несмотря на имеющиеся случаи замедленного сращения в III группе животных при 3-месячном анализе, через полгода все остеотомированные буром-роутером со скоростью 12000 об. в мин. бедренные кости срослись. В то время как, в IV и V группах при контрольном исследовании были выявлены значительные нарушения процесса репаративной регенерации в виде формирования ложных суставов. При этом, если в четвертой группе данные осложнения были выявлены почти у трети животных ($28,7 \pm 1,8\%$), то среди животных, которым была выполнена остеотомия буром со скоростью 20000 об. в мин. почти в половине случаев ($42,8 \pm 1,9\%$) были выявлены гистологические и рентгенологические признаки ложного сустава.

Таким образом, можно сделать вывод, что чрескожная методика остеотомии при помощи бура-роутера может применяться наряду с остеотомией осциллирующей пилой при условии, что скорость вращения роутера будет в безопасных пределах т.е. 8000–12000 об. в 1 минуту. Возможность использования метода позволяет

рассматривать его как способ улучшения результатов хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы.

Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА КЛИНИЧЕСКОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Результаты анализа соответствия разработанной рабочей клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы традиционным классификациям

С целью решения первой задачи нашего исследования был проведен сравнительный анализ разработанной клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы с традиционными классификациями, применяемыми в Центре травматологии и ортопедии. Результаты исследования представлены ниже в Таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Адаптационный анализ соответствия классификаций поперечного плоскостопия

	<i>ВИД КЛАССИФИКАЦИИ</i>		
№	Классификация поперечного плоскостопия по ст. 68 Распирания болезней, утвержденного постановлением Правительства РФ 04.07.2013 № 565	Классификация деформации первого луча по Карданову А.А. (2008 г.)	Разработанная клинико-хирургическая классификация
I степень	M1M2 – 10–14° HVA – 15–20° При отсутствии значимых клинических проявлений и боли	M1M2 – 12° HVA – 25° PASA–N/негативный +/- Hallux valgus interphalangeus При отсутствии значимых клинических проявлений и боли	Рентгенологические признаки статической деформации первого луча стопы: M1M2 – 10–14°; HVA – 15–20°; Визуальная деформация без клинически значимых признаков. Периодически возможен болевой синдром в проекции первого луча стопы
II степень	M1M2 – 15° HVA – 30° При отсутствии клинических проявлений деформации латеральных «лучей» стопы и боли	M1M2 ≤ 18 ° HVA ≥ 25° PASA–N/негативный или подвывих в 1ПФС +/- Hallux valgus interphalangeus При отсутствии клинических проявлений деформации латеральных «лучей» стопы и боли	M1M2 – >15°; HVA – > 20°; клинические признаки статической деформации только первого «луча» стопы;

Продолжение таблицы 4.1

	ВИД КЛАССИФИКАЦИИ		
III степень	M1M2 – 20° HVA – 40° IV степень: M1M2 → 20° HVA – >40°	M1M2 > 18° HVA > 35° PASA–негативный или под- вывих в 1ПФС +/- Hallux valgus interphalan- geus	M1M2 – >15°; HVA – > 20°; клинические признаки стати- ческой деформации первого луча стопы; клинические признаки стати- ческой деформации лате- ральных «лучей» стопы

В соответствии с данными Таблицы 4.1 I степень нашей рабочей классификации статистически достоверно ($p \leq 0,05$) совпадает с первыми степенями традиционных классификаций. Так, в обеих классификациях первый интерметатарзальный угол превышает норму на 4–6°, а угол вальгусного отклонения первого пальца на 5–10°. При этом у большинства пациентов нет значимых клинических проявлений в виде натоптышей (омозолелостей) и бурситов, а боль беспокоит только после значительных физических нагрузок.

При II степени в обеих традиционных классификациях первый межплюсневый угол превышает норму уже на 7–10°, а угол вальгусного отклонения первого пальца на 10–15°. В результате ретроспективного анализа историй болезни 180 пациентов (41,2% от общего количества), у которых была диагностирована II степень поперечного плоскостопия по традиционно применяемым в ЦТиО классификациям было выявлено, что большинство – 155 больных (86,5% больных со II степенью плоскостопия) имели клинические проявления изолированной патологии первого «луча» стопы, что позволило нам соотнести вторые степени традиционных классификаций с рабочей клинико-хирургической.

Проанализировав истории болезней 257 больных, страдающих выраженными деформациями (178 пациентов с III и IV степенью поперечного плоскостопия по классификации, применяемой для ВВК (из них с III степенью – 109 случаев; с IV степенью – 69 пациентов) и 78 пациентов, у которых была диагностирована III степень поперечного плоскостопия по классификации кафедры РУДН), было выявлено, что в большинстве случаев – 228 больных (89,2% больных с III и IV степенью плоскостопия) имели место клинические проявления патологии первого и малых

«лучей» стопы в различных сочетаниях, что позволило нам соотнести данные степени традиционных классификаций с III степенью рабочей клинико-хирургической. При этом стоит отметить, что у 107 больных (24,6% всех случаев) деформация одной из стоп была более выраженной, т.е. у одной из стоп – II степени, у другой – III степени.

Таким образом, учитывая значимую корреляцию ($p \leq 0,05$) созданной клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы с традиционно используемыми хирургами, возможность определения показаний для коррекции не только первого, но и малых лучей стопы, а также отсутствие сложных критериев оценки, можно предположить ее интуитивную простоту и преемственность использования врачами на различных этапах специализированной помощи.

Разработанная клинико-хирургическая система оценки деформаций переднего отдела стопы использовалась нами как рабочая и имела ряд преимуществ:

- проста в использовании, что определяет преемственность использования врачами на различных этапах лечения пациентов данной категории;
- коррелирует с традиционными классификациями;
- определяет клиническую и рентгенологическую картину статической деформации переднего отдела стопы;
- способствует выбору адекватного метода хирургической коррекции и, как следствие этого, позволяет прогнозировать ее положительный результат.

4.2. Результаты сравнительного анализа усовершенствованной методики предоперационного планирования хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы

Для решения второй задачи диссертационного исследования – создания усовершенствованной методики предоперационного планирования были прослежены результаты лечения пациентов в группах. В каждой группе пациентов были отслежены осложнения, критерии которых представлены ниже.

Рентгенографические показатели соответствия послеоперационных рентгенограмм предоперационному планированию хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы отражены в Таблице 4.2. Так, угол M1P1 в обеих группах до операции был в среднем $39,1^{\circ} \pm 4,3$, а после хирургического лечения в первой (I/I) группе составил $9,8^{\circ} \pm 1,1$, в то время как во второй (I/II) группе коррекция угла M1P1 составила $10,2^{\circ} \pm 1,3$ ($p = 0,15$).

Угол варусного отклонения первой плюсневой кости (M1M2) в обеих группах до операции был $18,1^{\circ} \pm 2,1$, а после хирургического лечения в первой (I/I) группе составил $9,2^{\circ} \pm 0,2$, во второй (I/II) группе коррекция угла M1M2 составила тоже $9,0^{\circ} \pm 0,4$ ($p = 0,18$).

Угол между четвертой и пятой плюсневыми костями (M4M5) до операции в обеих группах составил $12,1^{\circ} \pm 1,1$, а на рентгенограммах после операции в первой (I/I) группе составил $7,1^{\circ} \pm 0,2$, в то время как во второй (I/II) группе коррекция угла M4M5 составила $6,9^{\circ} \pm 0,3$ ($p = 0,11$).

Угол наклона дистальной суставной поверхности первой плюсневой кости (PASA) в обеих группах на предоперационных рентгенограммах составил $8,8^{\circ} \pm 0,2$, после хирургической коррекции в первой группе (I/I) составил $4,6^{\circ} \pm 0,3$, а во второй (I/II) группе – $4,5^{\circ} \pm 0,2$ ($p = 0,12$).

При анализе до- и послеоперационных данных Таблицы 4.1 не выявлено статистически значимой разницы коррекции угла вальгусного отклонения первого пальца (M1P1) между пациентами обеих групп. Так, угол M1P1 уменьшился в группе I/I на $29,3^{\circ} \pm 1,3$ ($p > 0,05$), а в группе I/II разница значений составила $28,9^{\circ} \pm 1,6$ ($p > 0,05$).

Угол варусного отклонения первой плюсневой кости (M1M2) соответственно уменьшился в обеих группах на $12,9^{\circ} \pm 0,3$ и $13,1^{\circ} \pm 0,2$, что также не является статистически значимым ($p = 0,09$).

Кроме того, в обеих группах отмечается нормализация углов PASA и M4M5 со статистически не значимой разницей показаний ($p > 0,05$). Так, в первой (I/I) группе углы PASA и M4M5 изменились на $5,0^{\circ} \pm 0,3$ и $2,1^{\circ} \pm 0,1$ соответственно, а во

второй (I/II) группе коррекция вышеупомянутых углов составила $5,1^{\circ} \pm 0,2$ и $2,3^{\circ} \pm 0,1$.

Таблица 4.2 – Критерии эффективности предоперационного планирования

<i>Критерии оценки</i>	Группа I/I (n = 41)		Группа I/II (n = 51)	
	<i>До операции</i>	<i>После операции</i>	<i>До операции</i>	<i>После операции</i>
M1P1	$37,2^{\circ} \pm 3,3$	$9,8^{\circ} \pm 1,1$	$39,1^{\circ} \pm 4,3$	$10,2^{\circ} \pm 1,3$
M1M2	$17,2^{\circ} \pm 1,8$	$9,2^{\circ} \pm 0,2$	$18,1^{\circ} \pm 2,1$	$9,0^{\circ} \pm 0,4$
M4M5	$11,1^{\circ} \pm 1,0$	$7,1^{\circ} \pm 0,2$	$12,1^{\circ} \pm 1,1$	$6,9^{\circ} \pm 0,3$
PASA	$9,2^{\circ} \pm 0,2$	$4,6^{\circ} \pm 0,3$	$8,8^{\circ} \pm 0,2$	$4,5^{\circ} \pm 0,2$
Критерии Maestro				
M1-M2 в мм	3 ± 1	0–3	4 ± 1	0–2
M2-M3 в мм	4 ± 1	2 ± 1	3 ± 2	3 ± 1
M3-M4 в мм	3 ± 1	5 ± 1	2 ± 1	6 ± 1
M4-M5 в мм	15 ± 1	11 ± 1	14 ± 2	12 ± 1

Критерии Maestro также соблюдены при обеих методиках предоперационного планирования – мы видим восстановление оптимальных длин плюсневых костей в соответствии с параболой Лельевра.

Кроме рентгенологических показателей эффективности нашего метода предоперационного планирования проанализированы отдаленные результаты хирургического лечения – количество рецидивов метатарзалгии в процентах, а также количество повторных или ревизионных операций в процентах к общему количеству операций в группе.

В представленной Таблице 4.3 отражено процентное соотношение наиболее часто встречающегося осложнения – рецидива метатарзалгии. Через 6 месяцев после оперативного лечения в группе I/I жалобы предъявили $6,25\% \pm 0,6$ пациентов, в то время как во второй (I/II) группе пациентов метатарзалгия была выявлена в $3,77\% \pm 0,2$ случаев ($p < 0,05$). В то же время в первой (I/I) группе пациентов пришлось выполнить повторное хирургическое вмешательство в $4,12\% \pm 0,3$ случаев, а

во второй (I/II) группе всего лишь $1,88\% \pm 0,09$ ($p = 0,029$) больных вновь подверглись хирургической коррекции.

Таблица 4.3 – Распределение случаев рецидивов метатарзалгии и повторных операций в группах

<i>Критерии оценки</i>	<i>I полугодие после операции</i>		<i>II полугодие после операции</i>	
	Группа I/I (n = 41)	Группа I/II (n = 51)	Группа I/I (n = 41)	Группа I/II (n = 51)
Количество метатарзалгии в %	$6,25 \pm 0,6$	$3,77 \pm 0,2$	$4,12 \pm 0,3$	$1,88 \pm 0,1$
Количество ревизионных операций в %	$4,12 \pm 0,3$	$1,88 \pm 0,09$	$2,08 \pm 0,1$	0,0

При осмотре на 12-м месяце послеоперационного периода наблюдения в первой (I/I) группе метатарзалгия беспокоила $4,12\% \pm 0,3$ пациентов, из них $2,08\% \pm 0,1$ подверглись повторным вмешательствам, то время как во второй (I/II) группе пациентов метатарзалгия была выявлена у $1,88\% \pm 0,1$ ($p < 0,05$) больных и была устранена консервативными методами.

При анализе таблицы 4.3 наибольшее количество осложнений было выявлено в обеих группах пациентов при контрольных осмотрах через 6 месяцев после операции по сравнению с итоговым годовым осмотром. При этом в первой группе (I/I) через год после операции зафиксировано почти на 1/3 треть (с $6,25\% \pm 0,6$ до $3,77\% \pm 0,2$ ($p = 0,046$)) осложнений меньше чем при 6-месячном осмотре. Во второй (I/II) группе пациентов также в динамике за тот же период наблюдения количество метатарзалгий уменьшилось на 2/3: с $3,77\% \pm 0,2$ до $1,88\% \pm 0,1$ ($p = 0,036$).

При сравнении обеих групп наблюдаемых между собой, через полгода после операции, зафиксировано статистически значимое превышение на $2,48\% \pm 0,1$ ($p = 0,041$) случаев повторной метатарзалгии у пациентов первой группы (I/I) по сравнению с группой I/II. Также в этот период наблюдения отмечается статистически значимое превышение количества повторных хирургических вмешательств у пациентов первой группы (I/I).

При контрольном осмотре через 12 месяцев после операции было выявлено меньшее количество рецидивов в обеих группах. И вновь отмечено статистически значимое ($p = 0,038$) различие между двумя группами по количеству

метатарзалгий: $4,12\% \pm 0,3$ в группе I/I, против $1,88\% \pm 0,1$ в группе I/II. При этом в первой группе в половине случаев пришлось выполнять повторную хирургическую коррекцию, а во второй группе пациентов повторных операций не было.

Динамика изменений функциональных результатов лечения пациентов I/I и I/II групп по шкале AOFAS для II-V лучей стопы представлена в диаграмме Рисунка 4.1.

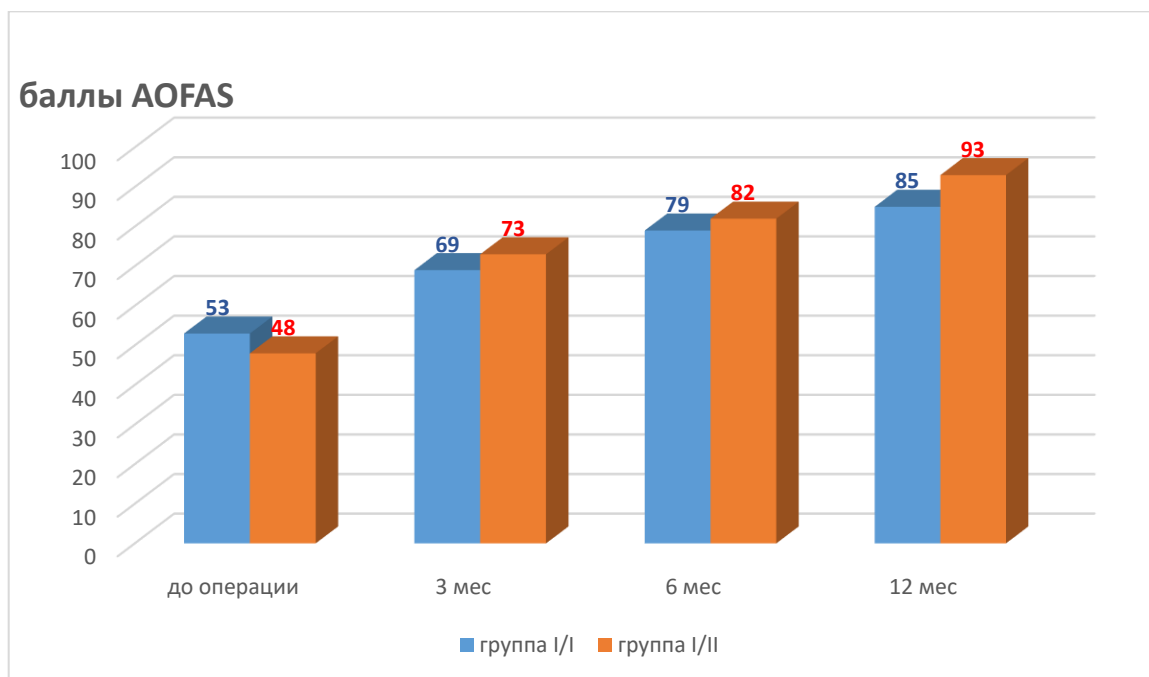


Рисунок 4.1 – Динамика изменений функционального результата лечения по шкале AOFAS

На представленной диаграмме 4.1 в первой (I/I) группе пациентов среднее значение шкалы AOFAS до операции 53 ± 2 баллов, а пациенты второй (I/II) группы оценивали свое состояние несколько хуже – 48 ± 3 баллов. Можно отметить, что до операции пациенты обеих групп оценивали свое функциональное состояние одинаково ($p = 0,08$).

Через 3 месяца после хирургического лечения, несмотря на небольшой срок послеоперационного периода наблюдения, отмечается значительный рост средних значений функциональных результатов лечения. В группе I/I больные оценили свое состояние в 69 ± 4 балла, что превышает результат оценки до операции на $22,2 \pm 2,3\%$ ($p \leq 0,05$). В то время, как, при подсчете функциональных результатов в группе I/II был получен средний результат в 73 ± 3 балла, что сопоставимо с результатом в первой

(I/I) группе, но при сравнении результатов до и после операции внутри группы выяснилось, что средний балл во второй (I/II) группе стал больше на 34,2% ($p \leq 0,05$).

На следующем клиническом осмотре через 6 месяцев после операции пациенты обеих групп отметили дальнейшее прогрессивное улучшение функционального состояния стоп, что выразилось в улучшении показателей по шкале AOFAS. Так, у пациентов первой группы (I/I) средний результат оценки функции улучшился по сравнению с первым послеоперационным опросом на 10 ± 2 баллов и составил в среднем 79 ± 3 балла, при этом превысив результат дооперационной оценки на 32,9±3,3%. При подсчете результатов опросника AOFAS во второй группе (II/II) также было отмечено увеличение среднего функционального результата, который составил 82 ± 4 балла, т.е. функциональный результат улучшился по сравнению с дооперационным опросом на $41,4 \pm 3,9\%$. При сравнении результатов опроса через 6 месяцев после операции между группами не выявлено статистически значимой разницы ($p > 0,05$).

Через 12 месяцев после хирургического лечения проводился итоговый опрос пациентов. При этом средний функциональный результат в обеих группах пациентов вновь улучшился, по сравнению с опросниками полугодовой давности. Так среди пациентов, оперированных по традиционной методике средний функциональный результат, составил 85 ± 2 балла, т.е. улучшился по сравнению со средними данными дооперационных опросников на $37,6 \pm 3,1\%$. При этом во второй группе пациентов средний балл составил 92 ± 3 балла, что превысило результаты до операции на $47,4 \pm 3,9\%$ ($p \leq 0,05$).

Таким образом, при сравнении рентгенографических показателей соответствия послеоперационных рентгенограмм предоперационному планированию хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы не выявлено статистически достоверной разницы между традиционной и предлагаемой методиками предоперационного планирования.

Проанализировав отдаленные результаты хирургического лечения – количество рецидивов метатарзалгии в процентах, а также количество повторных или ревизионных операций в процентах к общему количеству операций в группах мы

пришли к выводу, что предлагаемая методика предоперационного планирования позволила статистически значимо уменьшить количество отдаленных осложнений.

Исследовав динамику изменений функциональных результатов лечения пациентов I/I – I/II групп по шкале AOFAS для II–V лучей стопы, мы пришли к выводу, что пациенты обеих групп практически в равной степени были удовлетворены результатами операций через 6 месяцев после операции. В то время как, при оценке отдаленных результатов (12 месяцев наблюдения) в группе I/II было получено большее количество хороших и отличных функциональных результатов лечения, что сопоставимо с преобладанием ревизионных операций по поводу рецидива метатарзалгии, перенесенных пациентами первой группы в период наблюдения от 6 до 12 месяцев послеоперационного периода.

На основании анализа данных, полученных при изучении пациентов I/I – I/II групп, можно сделать вывод, что предлагаемая методика предоперационного планирования позволяет добиться большего количества положительных функциональных оценок пациентов на отдаленных этапах наблюдения. А также, помогает эффективно определять необходимость остеотомии плюсневых костей при выраженных статических деформациях, сопровождающихся полным вывихом сесамовидных костей и различными нарушениями длины первого и четвертого лучей стопы. При этом, хотелось бы отметить, что основополагающим фактором, определяющим необходимость коррекции латеральных «лучей», являлись не столько рентгенологические критерии, в виде превалирования длины какого-либо из «лучей», сколько комбинация соответствующей рентгенологической картины с клиническими проявлениями метатарзалгии или натоптышами в проекции головок плюсневых костей.

4.3. Результаты анализа методов хирургической коррекции статических деформаций первого «луча» стопы

Первым этапом в решении третьей задачи диссертационного исследования – определения наиболее эффективных методик хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы были прослежены результаты лечения пациентов в группах. В первую группу (II/I) вошли пациенты после коррекции первой

плюсневой кости путем шевронной остеотомии (типа «Johnson»). Во второй группе (II/II) была выполнена традиционная остеотомия типа «Scarf». Пациентам третьей группы (II/III), коррекция первой плюсневой кости была выполнена путем «mini-Scarf» – остеотомии. В каждой группе пациентов были отслежены осложнения, критерии которых представлены в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Распределение случаев недостаточной коррекции статической деформации стоп по группам

Критерии «недокоррекции» в %	Группа II/I (n = 46)	Группа II/II (n = 53)	Группа II/III (n = 56)
M1M2 > 10°	4,34±0,33	0,94±0,03	0,89±0,05
PASA > 8°	3,26±0,21	1,83±0,17	1,78±0,13
M1P1 > 12°	4,22±0,27	3,09±0,23	2,67±0,27
подвывих сесамовидных костей	2,17±0,13	0,94±0,13	0,89±0,11

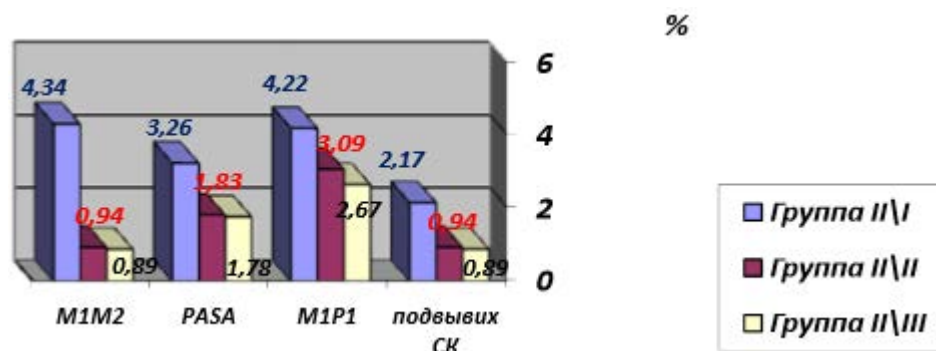


Рисунок 4.2 – Диаграмма к Таблице 4.4

На представленных Таблице 4.4 и диаграмме к ней отражено процентное соотношение полученных критериев недостаточной коррекции (недокоррекции) в группах. Так, превышение первого интерметатарзального угла (M1M2) выявлено у 4,34±0,33% пациентов первой (II/I) группы, в то время как во второй (II/II) и третьей (II/III) группах было 0,94±0,03% и 0,89±0,05% случаев «недокоррекции» соответственно. При сравнении пациентов всех групп между собой по первому критерию зарегистрировано статически значимое превышение ($p \leq 0,05$) случаев недокоррекции угла M1M2 у пациентов первой группы (II/I) по сравнению со второй (II/II) и третьей (II/III) группами. Разница этого критерия между II/II и II/III группами статически не значима ($p = 0,1$).

Превышение угла PASA (второй критерий «недокоррекции») в первой группе (II/I) пациентов выявлено у $3,26 \pm 0,21\%$ пациентов, а во второй (II/II) и третьей (II/III) группах, соответственно, у $1,83 \pm 0,17\%$ и $1,78 \pm 0,13\%$ пациентов. При сравнении всех трех групп пациентов по второму критерию «недокоррекции» также зарегистрировано статически значимое превышение ($p \leq 0,05$) случаев «недокоррекции» угла PASA у пациентов первой группы (II/I) по сравнению со второй (II/II) и третьей (II/III) группами (между группами II/I и II/II – на 1,43%, а между II/I и II/III группами – на 1,48%). Разница этого критерия между II/II и II/III группами статистически не значима ($p = 0,21$).

При анализе третьего критерия «недокоррекции» в первой группе (II/I) выявлено $4,22 \pm 0,27\%$ пациентов с M1P1, превышающим 12° , при этом во второй (II/II) группе было выявлено $3,09 \pm 0,23\%$ подобных осложнений, а в третьей (II/III) группе пациентов – $2,67 \pm 0,27\%$. Статистически значимой разницы между пациентами всех трех групп выявлено не было ($p > 0,05$).

Четвертый критерий – подвывих сесамовидных костей в группе II/I был выявлен у $2,17 \pm 0,13\%$ пациентов, а во второй (II/II) и третьей (II/III) группах у $0,94 \pm 0,13\%$ и $0,89 \pm 0,11\%$ пациентов, соответственно. При сравнении всех трех групп пациентов по наличию подвывиха сесамовидных костей также зарегистрировано статически значимое превышение ($p \leq 0,05$) случаев данного осложнения у пациентов первой группы (II/I) по сравнению со второй (II/II) и третьей (II/III) группами. Так у пациентов первой (II/I) группы выявлено на 1,23% случаев осложнений больше чем в группе II/II и на 1,28% больше чем в группе II/III. Тогда как, разница этого критерия между II/II и II/III группами статистически не значима ($p = 0,3$).

Проанализированы отдаленные результаты хирургического лечения – количество повторных или ревизионных операций в процентах к общему количеству операций в группах. Данные отражены в Таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Количество ревизионных операций на первом «луче» в группах

Критерии оценки	I полугодие после операции			II полугодие после операции		
	Группа II/I (n = 46)	Группа II/II (n = 53)	Группа II/III (n = 56)	Группа II/I (n = 46)	Группа II/II (n = 53)	Группа II/III (n = 56)
Количество ревизионных операций в %	$1,38 \pm 0,1$	$0,94 \pm 0,02$	0,0	$4,16 \pm 0,3$	0,0	$0,89 \pm 0,01$

В представленной таблице отражено процентное соотношение повторных (ревизионных) операций. При контрольном осмотре через 6 месяцев послеоперационного периода в группе II/I $1,38 \pm 0,1\%$ пациентов перенесли повторную коррекцию первого «луча». В группе II/II всего лишь $0,94 \pm 0,02\%$ пациентов подверглись ревизионной операции, а в группе II/III в первое полугодие послеоперационного периода повторных операций на первом «луче» не было, а вот к итоговому осмотру (12 месяцев) в этой группе пришлось выполнять повторную коррекцию $0,89 \pm 0,01\%$ ($p \leq 0,05$) пациентов, в то время как во второй (II/II) группе ревизионных операций за время наблюдения больше не было.

При сравнении всех трех групп пациентов между собой за все время наблюдения зарегистрировано статически значимое превышение ($p \leq 0,05$) случаев повторных операций у пациентов первой группы (II/I) по сравнению со второй (II/II) и третьей (II/III) группами (между группами II/I и II/II – на $3,22 \pm 0,3\%$, а между II/I и II/III группами – на $3,27 \pm 0,2\%$). Разница этого критерия между II/II и II/III группами статистически незначима ($p = 0,98$).

Динамика изменений функциональных результатов лечения пациентов II/I, II/II и II/III групп по шкале AOFAS для первого пальца стопы и «первой колонны» представлена в диаграмме Рисунка 4.3. На представленной диаграмме в первой группе пациентов среднее значение шкалы AOFAS до операции было 52 ± 2 баллов, а пациенты двух других групп оценивали свое состояние несколько хуже: 48 ± 3 баллов во второй (II/II) группе и 49 ± 3 баллов – в третьей (II/III) группе. Можно отметить, что до операции пациенты всех трех групп оценивали свое функциональное состояние одинаково ($p = 0,078$).

Через 3 месяца после хирургического лечения, несмотря на небольшой срок послеоперационного периода наблюдения, отмечается значительный рост средних значений функциональных результатов лечения. В группе II/I больные оценили свое состояние в 69 ± 3 балла, что превышает результат оценки до операции на $22,2 \pm 2,3\%$ ($p \leq 0,05$). В то время, как при подсчете функциональных результатов в группе II/II мы получили средний результат в 73 ± 4 балла, что сопоставимо с

результатом в первой (II/I) группе ($p > 0,05$), но при сравнении результатов до и после операции внутри группы выяснилось, что средний балл во второй (II/II) группе стал больше на $34,2 \pm 2,1\%$ ($p \leq 0,05$). В третьей (II/III) группе средний функциональный результат составил 75 ± 3 балла, пациенты отметили улучшение функции более чем на треть – на $36,9 \pm 2,5\%$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с дооперационным опросом. Таким образом, на 3-х месячном опросе различий по оценке функционального результата между группами не выявлено ($p = 0,075$).

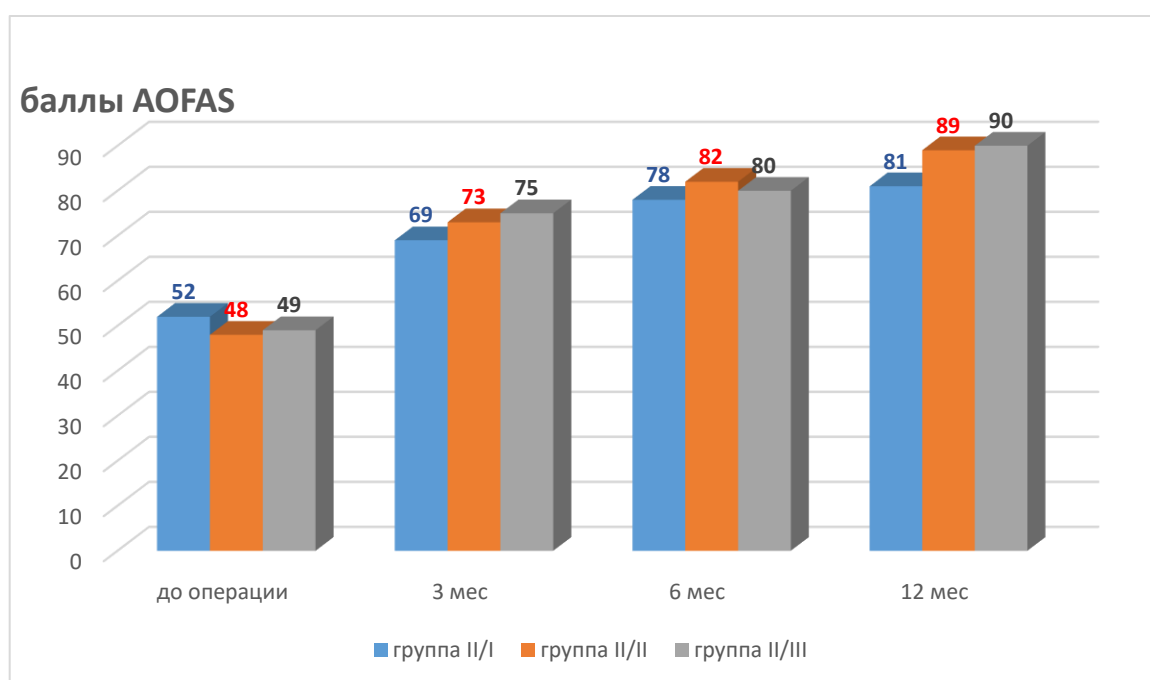


Рисунок 4.3 – Динамика изменений функциональных результатов лечения по шкале AOFAS в группах

На следующем клиническом осмотре через 6 месяцев после операции пациенты всех трех групп отметили дальнейшее прогрессивное улучшение функционального состояния стоп, что выразилось в улучшении показателей по шкале AOFAS. Так, у пациентов первой группы (II/I) средний результат оценки функции улучшился по сравнению с первым послеоперационным опросом на 9 баллов и составил в среднем 78 ± 4 балла, при этом превысив результат дооперационной оценки на $31,7\%$ ($p \leq 0,05$). При подсчете результатов опросника AOFAS во второй группе (II/II) также было отмечено увеличение среднего функционального результата, который составил 82 ± 3 балла, т.е. функциональный результат улучшился по сравнению с дооперационным опросом на $40,3\%$ ($p \leq 0,05$). В третьей группе (II/III) так

же, как и во второй (II/II) группе, результат улучшился и составил 80 ± 2 баллов, что превышает результаты опроса в группе до операции на 38.2% ($p \leq 0,05$). При сравнении результатов опроса через 6 месяцев после операции между группами не выявлено статистически значимой разницы ($p = 0,071$).

Через 12 месяцев после хирургического лечения проводился итоговый опрос пациентов. При этом средний функциональный результат во всех группах вновь улучшился по сравнению с опросниками полугодовой давности. Однако среди пациентов, которым была выполнена шевронная остеотомия (группа II/I) отмечено статистически незначимое ($p = 0,091$) улучшение функции оперированных стоп, которое составило 81 ± 2 балла. В то время как средний функциональный результат во второй (II/II) группе пациентов, которым была выполнена «Scarf» остеотомия первой плюсневой кости, составил 89 ± 3 балла, т.е. улучшился по сравнению со средними данными дооперационных опросников на $46,1 \pm 2,1\%$ ($p \leq 0,05$). В группе II/III отмечен максимальный рост среднего функционального результата – на 10 баллов и составил 90 ± 3 балла, что превысило результаты до операции на $45,5 \pm 3,1\%$ ($p \leq 0,05$).

Для определения наименее травматичной дистальной остеотомии первой плюсневой кости были исследованы размеры операционных ран во всех группах пациентов, средние значения которых приведены ниже в Таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Средняя длина операционной раны

<i>Критерии сравнения</i>	<i>Группы пациентов</i>		
	Группа II/I (n = 46)	Группа II/II (n = 53)	Группа II/III (n = 56)
Средняя длина кожной раны, мм	$46,4 \pm 2,1$	$61,3 \pm 3,2$	$45,5 \pm 2,6$

При анализе таблицы выяснилось, что средняя длина операционной раны в группе II/I была $46,4 \pm 2,1$ мм, что сравнимо с результатами измерений в третьей (II/III) группе – $45,5 \pm 2,6$ мм, максимальные размеры операционной раны зафиксированы у пациентов второй (II/II) группы – $61,3 \pm 3,2$ мм ($p \leq 0,05$).

При сравнении всех трех групп пациентов между собой зарегистрировано статически значимое превышение ($p \leq 0,05$) средней длины операционной раны у пациентов второй (II/II) группы по сравнению с первой (II/I) и третьей (II/III)

группами. Так, средняя длина операционной раны у пациентов, перенесших остеотомию «scarf» (группа II/II) на $24,3 \pm 0,2\%$ больше чем у пациентов, подвергшихся шевронной остеотомии (группа II/I) и на $25,7 \pm 0,2\%$ больше чем у пациентов третьей (II/III) группы. Разница этого критерия между II/I и II/III группами статистически не значима ($p = 0,082$).

Таким образом, при анализе критериев «недокоррекции» среди пациентов всех трех групп выявлено, что применение шевронной остеотомии у пациентов, страдающих плоскостопием II степени сопровождается статистически значимым превышением ($p \leq 0,05$) случаев осложнений по сравнению с группами пациентов, перенесших остеотомию первых плюсневых костей типа «Scarf».

В группах пациентов, которым была выполнена коррекция первых плюсневых костей по методикам «scarf» и «mini-scarf» не выявлено статистически значимых различий по количеству случаев «недокоррекции», а также по случаям ревизионных операций.

В то же время, исследовав динамику изменений функциональных результатов лечения пациентов II/I – II/III групп по шкале AOFAS для первого луча стопы, мы пришли к выводу, что пациенты всех групп практически в равной степени были удовлетворены результатами операций через 6 месяцев после операции. В то же время, при оценке отдаленных результатов (12 месяцев наблюдения) выявлено преобладание функциональных результатов лечения в группах II/II и II/III, что сопоставимо с преобладанием ревизионных операций на первом луче, перенесенных пациентами первой группы в период наблюдения от 6 до 12 месяцев послеоперационного периода.

Таким образом, исходя из анализа данных, полученных при изучении пациентов II/I – II/III групп, можно сделать вывод, что наиболее эффективной, стабильной и малотравматичной остеотомией первой плюсневой кости из рассмотренных в исследовании является остеотомия «mini-Scarf».

4.4. Результаты анализа методов хирургической коррекции статических деформаций латеральных «лучей» стопы

Следующей частью решения третьей задачи нашей работы – определения наиболее эффективной методики коррекции II–V плюсневых костей являлось

исследование, дизайн которого подробно изложен в главе II. Пациенты были разделены на три группы по способу коррекции II-V плюсневых костей. В первой группе (III/I) всем пациентам была выполнена остеотомия II-V плюсневых костей с фиксацией мини-винтами, при этом II-IV плюсневые кости корригировались по классической методике Weil, а V плюсневая кость – шевронной остеотомией с фиксацией мини-винтом. Во второй группе (III/II) коррекция была выполнена путем малоинвазивной остеотомии типа Weil латеральных «лучей» стопы при помощи осциллирующей пилы без последующей фиксации остеотомированных фрагментов. Пациентам третьей группы (III/III) коррекция II-V плюсневых костей была выполнена путем чрескожной дистальной метадиафизарной остеотомии (ЧДМДО) при помощи бура высокооборотистой силовой установки.

Были исследованы размеры операционных ран во всех группах пациентов, средние значения которых приведены ниже в Таблице 4.7. При анализе которой, выяснилось, что средняя длина операционной раны в группе III/I была самой большой из всех трех групп и составила 25 ± 2 мм, что сопоставимо с результатами измерений в группе III/II – 23 ± 1 мм. Наименьшие размеры операционных ран зафиксированы у пациентов группы III/III – 5 ± 1 мм.

Таблица 4.7 – Сравнительные критерии эффективности и травматичности дистальной остеотомии II–V плюсневых костей

<i>Критерии сравнения</i>	<i>Группы пациентов</i>		
	III/I (n = 23)	III/II (n = 36)	III/III (n = 39)
Средняя длина кожной раны, мм	25 ± 2	23 ± 1	5 ± 1
Средняя длительность операции на одной стопе в минутах	38 ± 3	24 ± 2	22 ± 1
Средняя длительность реабилитационного периода, сутки	48 ± 3	46 ± 2	40 ± 3
Замедленное сращение, %	–	$1,72 \pm 0,4$	$5,55 \pm 0,5$
Ревизионные операции, %	$4,34 \pm 0,4$	–	$1,38 \pm 0,1$

При сравнении всех трех групп пациентов между собой (см. Рисунок 4.4) зарегистрировано статически значимое превышение средней длины операционной раны: у пациентов первой (III/I) группы по сравнению с третьей (III/III) на $79,7 \pm 4,1\%$ ($p \leq 0,05$); у пациентов второй (III/II) группы по сравнению с третьей

(III/III) на $78,9 \pm 3,6\%$ ($p \leq 0,05$). В то время как у пациентов групп III/I и III/II средняя длина операционных ран была практически одинаковой ($p = 0,09$).

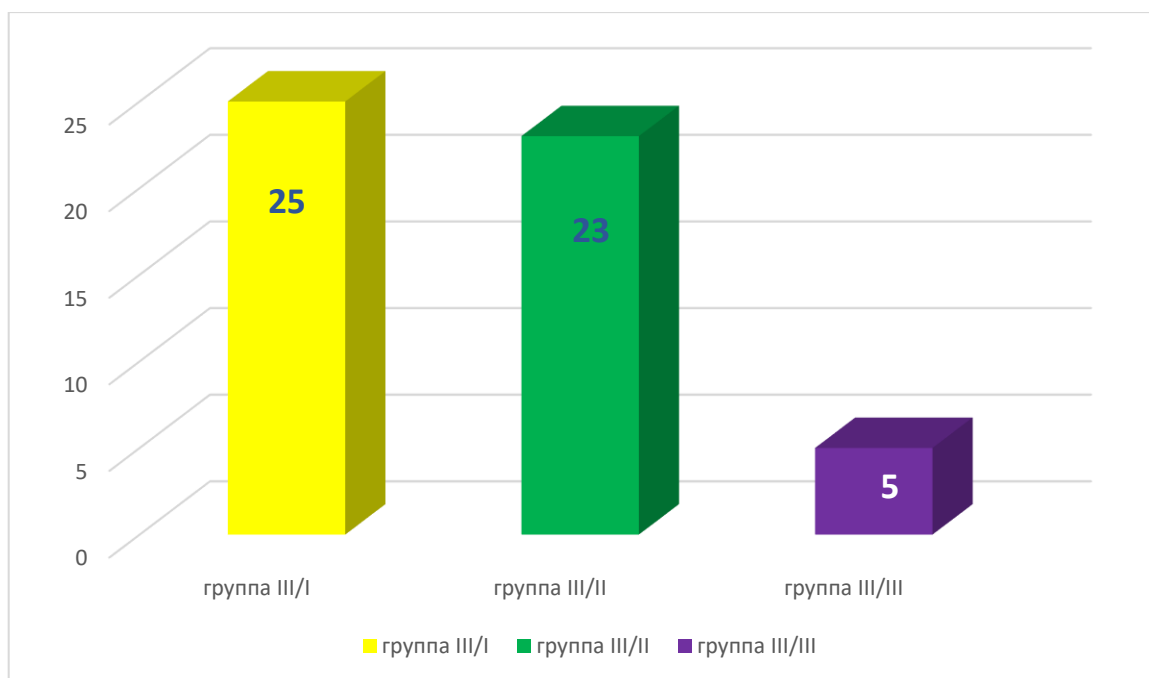


Рисунок 4.4 – Средняя длина операционной раны

Также, одним из критериев травматичности операции является ее продолжительность, которая и была изучена во всех трех группах пациентов, средние значения которых приведены в Таблице 4.7 и Рисунке 4.5.

При анализе показателей таблицы, выяснилось, что средняя длительность операции в группе III/I была самой большой из всех трех групп и составила 38 ± 2 мин. В то время как, в группах пациентов, которым остеотомии «малых лучей» выполнялись без фиксации остеотомированных фрагментов длительность операции была значительно меньше: в группе III/II – 24 ± 2 мин, а в группе III/III – 22 ± 1 мин.

При сравнении всех трех групп пациентов между собой зарегистрировано статически значимое превышение средней длительности операции у пациентов первой (III/I) группы по сравнению со второй (III/II) и третьей группами (III/III): III/I > III/II на $38,26 \pm 2,3\%$ ($p \leq 0,05$); III/I > III/III на $40,04 \pm 1,3\%$ ($p \leq 0,05$). В то время как у пациентов групп III/II и III/III время операции статистически не различалось ($p = 0,098$).

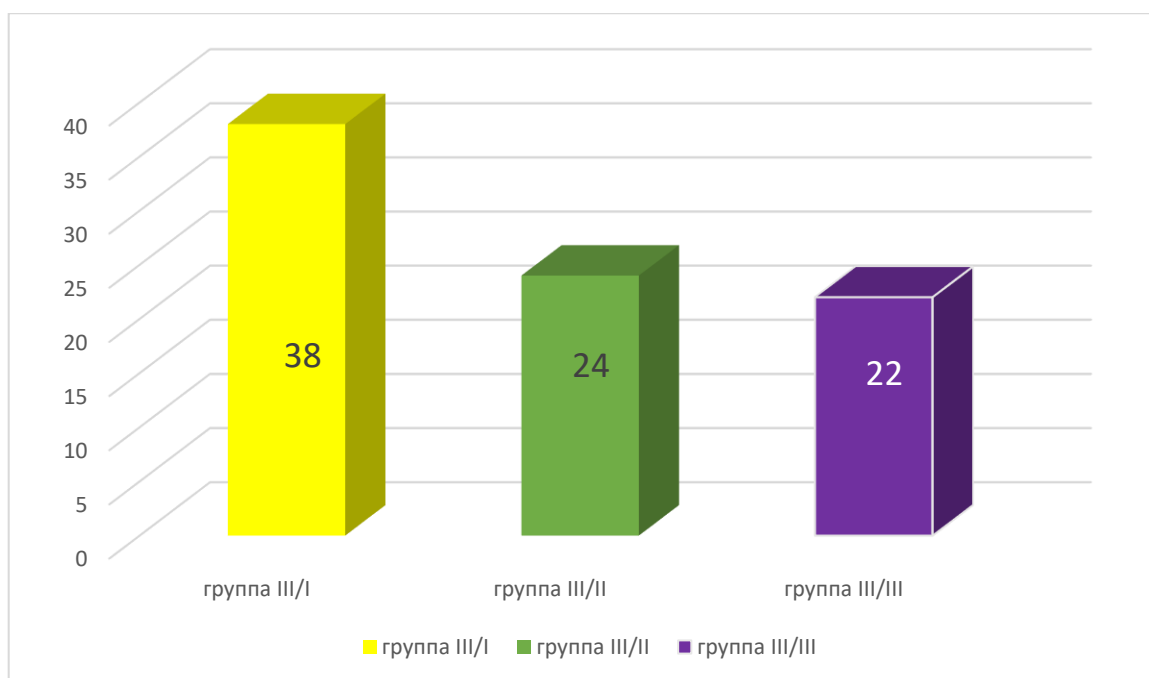


Рисунок 4.5 – Продолжительность операции, мин.

Средняя длительность реабилитационного периода после хирургической коррекции плюсневых костей также является показателем травматичности операции и представлена в Таблице 4.7.

Анализируя данные этой таблицы, выяснилось, что дольше всех реабилитационный период был у пациентов, перенесших традиционные остеотомии латеральных «лучей» с фиксацией остеотомированных фрагментов. Так, средняя длительность реабилитационного периода в группе III/I была самой большой из всех трех групп и составила 48 ± 3 сут. В группе III/II – средний срок реабилитационного периода составил 46 ± 2 сут. В то же время, у пациентов группы III/III этот показатель составил в среднем 40 ± 3 сут.

При сравнении всех трех групп пациентов между собой зарегистрировано статически значимое превышение средней длительности реабилитационного периода: у пациентов первой (III/I) группы по сравнению с третьей (III/III) на $16,7 \pm 1,2\%$ ($p \leq 0,05$); у пациентов второй (III/II) группы по сравнению с третьей (III/III) на $13,1 \pm 1,1\%$ ($p \leq 0,05$). В то время как у пациентов групп III/I и III/II длительность реабилитационного периода статистически не различалась ($p = 0,091$).

Для оценки эффективности дистальных остеотомий латеральных «лучей» по результатам оценки послеоперационных рентгенограмм стоп было исследовано

количество случаев нарушений консолидации остеотомированных фрагментов плюсневых костей. Результаты представлены в Таблице 4.7. При анализе которой, выяснилось, что в группе III/I данного типа осложнений не выявлено. При этом в группе III/II – у $1,72 \pm 0,4\%$ пациентов отмечена замедленная консолидация II–V плюсневых костей, в третьей (III/III) группе замедленная консолидация была выявлена у $5,55 \pm 0,5\%$ больных.

В представленной диаграмме на Рисунке 4.6 и Таблице 4.7 отражено процентное соотношение повторных (ревизионных) операций, выполненных пациентам всех трех групп на II–V плюсневых костях стопы по поводу метатарзалгии в течение 12 месяцев наблюдения. В группе III/I – $4,34 \pm 0,4\%$ пациентов нуждались в повторной коррекции латеральных «лучей». В группе III/II повторных операций не было. В то время как в группе III/III всего лишь $1,38 \pm 0,1\%$ пациентов подверглись ревизионной операции.

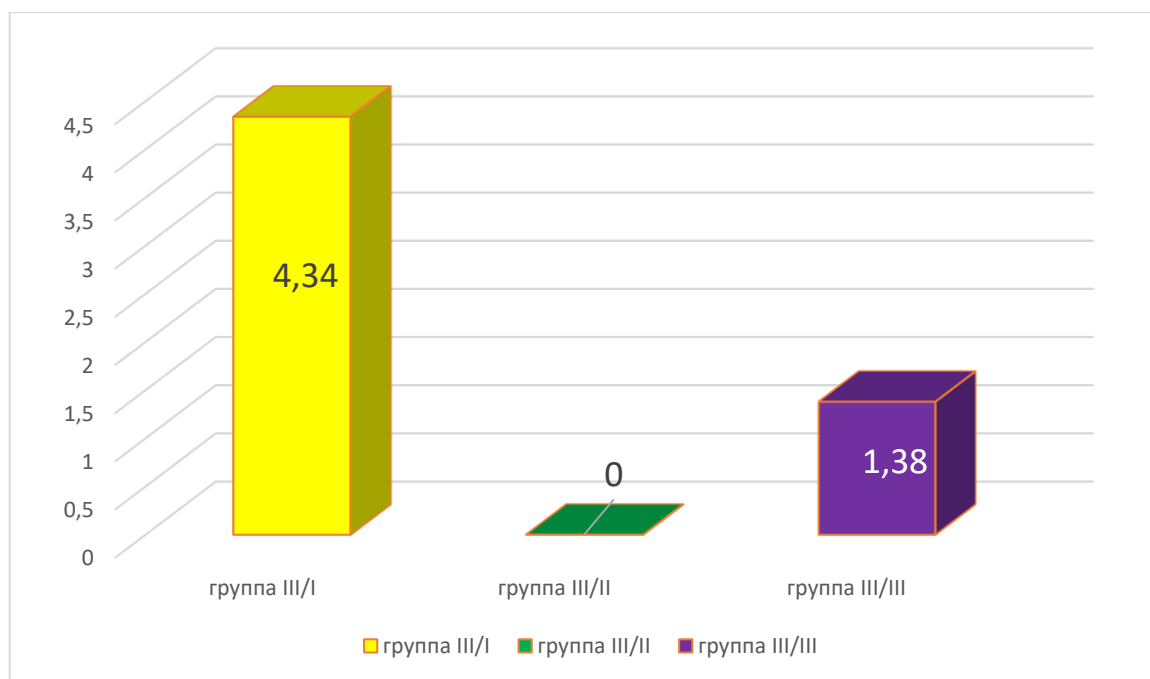


Рисунок 4.6 – Количество ревизионных операция на II–V плюсневых костях в группах

При сравнении всех трех групп пациентов между собой за все время наблюдения зарегистрировано статически значимое превышение $68,2 \pm 3,1\%$ ($p \leq 0,05$) случаев повторных операций у пациентов первой группы (III/I) по сравнению с

третьей (III/III) группой, в то время как во второй (III/II) группе пациенты не нуждались в повторной коррекции.

Динамика изменений функциональных результатов лечения пациентов III/I, III/II и III/III групп по шкале AOFAS для 2–5-го пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов представлена в диаграмме Рисунка 4.7.

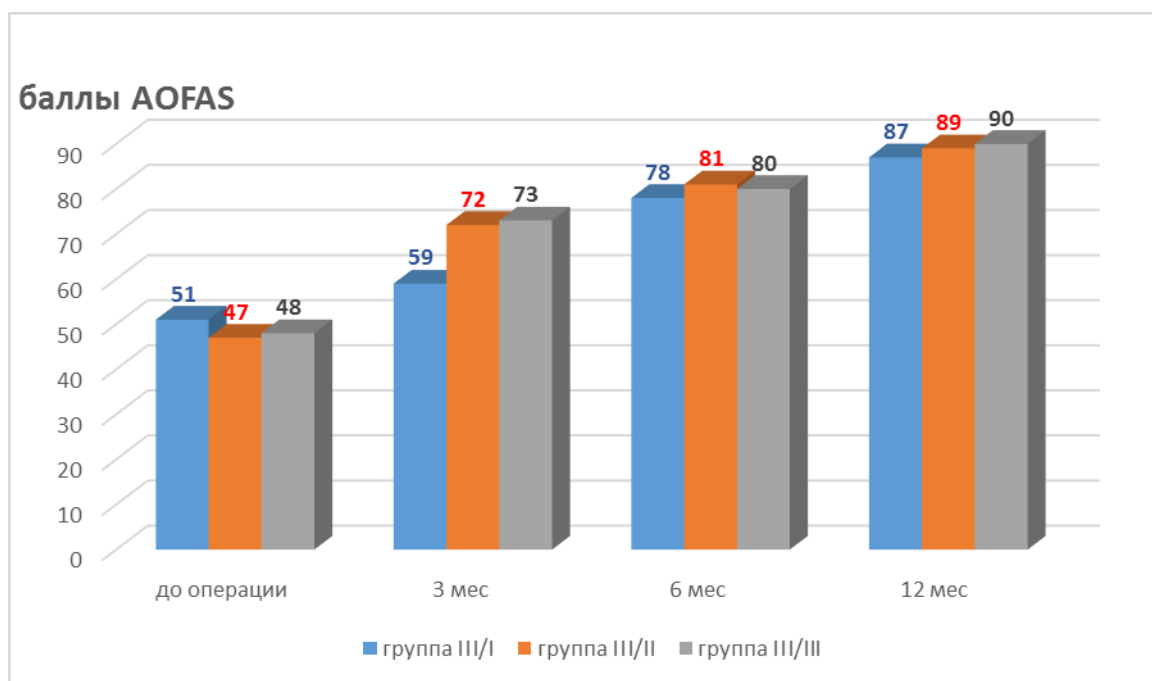


Рисунок 4.7 – Динамика изменений функциональных результатов по шкале AOFAS в группах

На представленной диаграмме в первой (III/I) группе пациентов среднее значение шкалы AOFAS до операции составило 51 ± 2 баллов, а пациенты двух других групп оценивали свое состояние несколько хуже: 47 ± 1 баллов во второй (III/II) группе и 48 ± 3 баллов – в третьей (III/III) группе. Можно отметить, что до операции пациенты всех трех групп оценивали свое функциональное состояние примерно одинаково ($p > 0,05$).

Через 3 месяца после хирургического лечения, несмотря на небольшой срок послеоперационного периода наблюдения, отмечается значительный рост средних значений функциональных результатов лечения. В группе III/I больные оценили свое состояние в 61 ± 3 балла, что превышает результат оценки до операции на $16,3 \pm 1\%$ ($p \leq 0,05$). В то время как, при подсчете функциональных результатов в группе III/II мы получили средний результат в 72 ± 3 балла ($p \leq 0,05$). При сравнении

результатов до и после операции внутри групп выяснилось, что средний балл во второй (III/II) группе стал больше на $34,7 \pm 2\%$ ($p \leq 0,05$). В третьей (III/III) группе пациенты отметили улучшение функции также более чем на треть – на $34,9 \pm 3\%$ ($p \leq 0,05$). При сравнении результатов опросов между группами было выявлено статистически значимое $17,3 \pm 1,3\%$ ($p \leq 0,05$) превалирование функциональных результатов лечения во второй (III/II) и третьей (III/III) группах над первой (III/I).

На следующем клиническом осмотре через 6 месяцев после операции пациенты всех трех групп отметили дальнейшее прогрессивное улучшение функционального состояния стоп, что выразилось в улучшении показателей по шкале AOFAS. При этом средний функциональный результат во всех группах практически сравнялся. Так, у пациентов первой группы (III/I) средний результат оценки функции улучшился по сравнению с первым послеоперационным опросом на 17 баллов и составил в среднем 78 ± 4 балла, при этом превысив результат дооперационной оценки на $30,4 \pm 2,5\%$ ($p \leq 0,05$). При подсчете результатов опросника AOFAS во второй (III/II) группе также было отмечено увеличение среднего функционального результата, который составил 81 ± 3 балла, т.е. функциональный результат улучшился по сравнению с дооперационным опросом на $41,7 \pm 3,6\%$ ($p \leq 0,05$). В третьей (III/III) группе так же, как и в группе III/II, результат улучшился и составил 80 ± 3 баллов, что превышает результаты опроса в группе до операции на $39,7 \pm 3,1\%$ ($p \leq 0,05$). Таким образом, при сравнении результатов опроса через 6 месяцев после операции между группами не выявлено статистически значимой разницы ($p > 0,05$).

Через 12 месяцев после хирургического лечения проводился итоговый опрос пациентов. При этом средний функциональный результат во всех группах вновь улучшился по сравнению с опросниками полугодовой давности. Так, среди пациентов, которым была проведена коррекция II–IV плюсневых костей по традиционной методике (группа III/I) функциональный результат улучшился на $10,7 \pm 3,1\%$ ($p \leq 0,05$) и составил 87 ± 3 балла. В то время как средний функциональный результат во второй (III/II) группе пациентов, которым была выполнена малоинвазивная остеотомия, составил 89 ± 4 балла, т.е. улучшился по сравнению с полугодовым опросом на $9,6 \pm 3,7\%$

($p \leq 0,05$), а со средними данными дооперационных опросников на $46,9 \pm 3,1\%$ ($p \leq 0,05$). В группе III/III отмечен максимальный рост среднего функционального результата – на 10 баллов и составил 90 ± 4 балла, что превысило результаты до операции на $47,5 \pm 4,0\%$ ($p \leq 0,05$).

Таким образом, при анализе критериев эффективности и травматичности дистальной остеотомии II–V плюсневых костей выявлено, что длина операционной раны у пациентов, перенесших чрескожные остеотомии II–V плюсневых костей в среднем более чем на 80% меньше чем при остеотомиях «малых лучей» по традиционной методике с фиксацией и без фиксации остеотомированных фрагментов.

Также, средняя длительность операций статистически меньше у пациентов, перенесших остеотомии латеральных «лучей» малоинвазивным и чрескожным методами по сравнению с традиционной методикой на $38,26 \pm 2,3\%$ и $40,04 \pm 1,3\%$ ($p \leq 0,05$) соответственно.

Средняя длительность реабилитационного периода после хирургической коррекции плюсневых костей различалась незначительно. Это может быть обусловлено, по нашему мнению, тем, что, несмотря на меньшую травматичность малоинвазивной и, особенно, чрескожной методик хирургической коррекции плюсневых костей были отмечены случаи замедленной консолидации остеотомированных фрагментов, потребовавших удлинения средних сроков реабилитационного периода в группах пациентов, оперированных по малоинвазивной и чрескожной методикам.

В то же время, у пациентов, которым была выполнена коррекция II–V плюсневых костей при помощи малоинвазивной и чрескожной остеотомии без фиксации остеотомированных фрагментов не выявлено статистически значимых различий по количеству случаев осложнений, а также ревизионных операций.

Динамика изменений функциональных результатов лечения пациентов по шкале AOFAS для II–V «лучей» стопы, свидетельствует о том, что на первом трехмесячном опросе, пациенты, перенесшие малоинвазивные и чрескожные остеотомии латеральных «лучей» были на $17,3 \pm 1,3\%$ более удовлетворены своим функциональным результатом, чем пациенты, оперированные по традиционной методике.

В дальнейшем же (при осмотрах через 6 и 12 месяцев после операции) итоговый функциональный результат лечения у пациентов всех групп статистически не различался.

Таким образом, чрескожная методика остеотомии позволяет минимально травматично выполнить коррекцию II–V плюсневых костей, не увеличивая при этом риска осложнений.

4.5. Анализ клинической эффективности и послеоперационных осложнений предложенной тактики хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы

На основании результатов решения третьей задачи нашей работы, в которой мы выявляли наиболее эффективные из применяемых в нашем Центре методики дистальных остеотомий плюсневых костей стопы был разработан алгоритм (тактика) хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы. Так, в предыдущей главе нашей работы было выявлено, что остеотомия типа «mini-Scarf» позволяет минимально травматично устранить и стабильно фиксировать все виды выявленных деформаций первого луча. Проведя сравнительный анализ применяемых в Центре дистальных остеотомий II–V плюсневых костей, было выявлено что, наиболее эффективной и малотравматичной остеотомией дистального отдела II–V плюсневых костей является чрескожная дистальная метадиафизарная остеотомия (ЧДМДО). При этом остеотомия 2–4-й плюсневых костей чрескожно выполнялась по типу остеотомии Weil, а коррекция 5-й плюсневой кости по типу шевронной остеотомии.

На представленной схеме (Рисунок 4.8) в зависимости от степени статической деформации (по клинско-хирургической классификации) указаны пути (методы) коррекции в зависимости от выявленных при предоперационном планировании изменений.

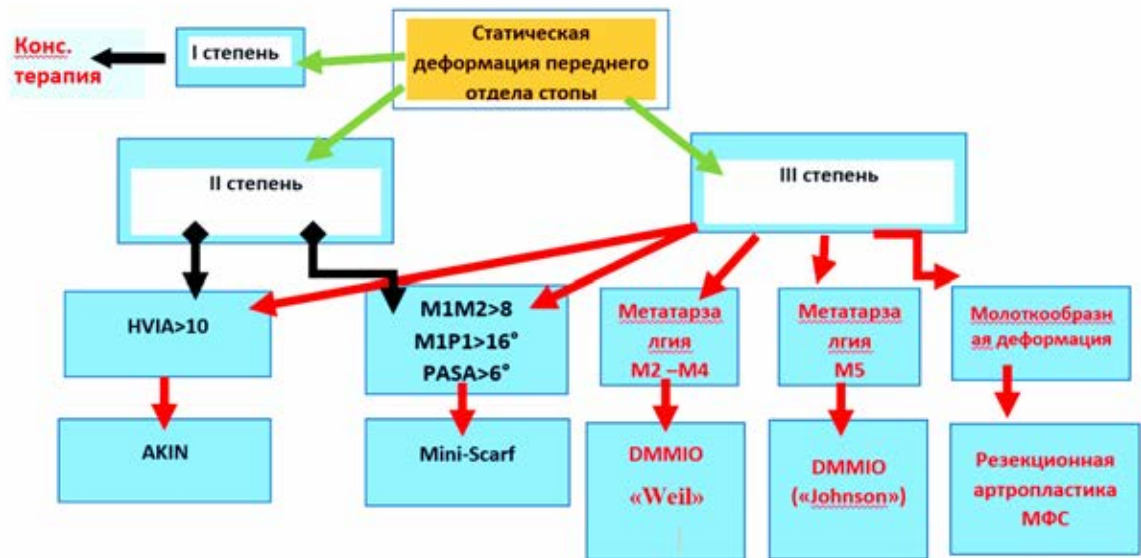


Рисунок 4.8– Алгоритм выбора хирургических методов коррекции статических деформаций переднего отдела стопы

Пациенты с I степенью статической деформации получали консервативное лечение. При II степени производили коррекцию только первого луча. При выявлении превышения значений вышеуказанных углов (M1M2, M1P1, PASA) мы выполняли остеотомию mini-scarf, которая позволяла нам устранить данные деформации, а кроме того, при необходимости выполнить плантаризацию, укорочение или удлинение головки первой плюсневой кости. Если же выявлялась еще и вальгусная деформация первого пальца ($HVIA > 10^0$), то выполняли ее коррекцию путем остеотомии типа Akin. III степень статической деформации указывала на то, что помимо первого луча, будет выполняться коррекция и малых лучей. При этом при предоперационном планировании определяются плюсневые кости, подлежащие коррекции, а также направление их смещения. Метод коррекции определен на основании вышеизложенных исследований – чрескожная остеотомия без фиксации остеотомированных фрагментов по типу Weil. При необходимости коррекции пятой плюсневой кости мы применяли чрескожную шевронную остеотомию. Молоткообразная деформация латеральных пальцев требовала выполнения резекционной артропластики межфаланговых суставов.

Для решения пятой задачи нашего исследования был проведен ретроспективный анализ клинической эффективности предложенной тактики хирургической

коррекции статических деформаций переднего отдела стопы. Было проведено ретроспективное исследование, результаты которого представлены ниже.

Динамика изменений функциональных результатов лечения пациентов IV/I и IV/II групп по шкале AOFAS для I и II–V лучей стопы представлена в диаграмме Рисунка 4.9.

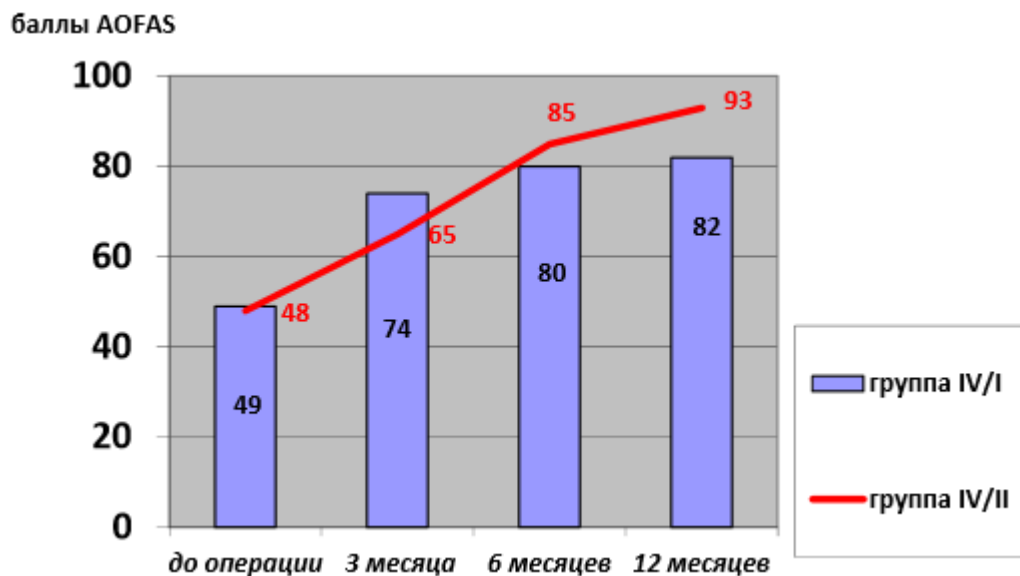


Рисунок 4.9– Динамика изменений функционального результат по шкале AOFAS

На представленной диаграмме в первой (IV/I) группе пациентов среднее значение шкалы AOFAS до операции 49 ± 2 баллов, а пациенты второй (IV/II) группы оценивали свое состояние несколько хуже – 48 ± 2 баллов. Можно отметить, что до операции пациенты обеих групп оценивали свое функциональное состояние одинаково ($p > 0,05$).

Через 3 месяца после хирургического лечения, несмотря на небольшой срок послеоперационного периода наблюдения, отмечается значительный рост средних значений функциональных результатов лечения. В группе IV/I больные оценили свое состояние в 74 ± 3 балла, что превысило результат оценки до операции на $50,3 \pm 2,1\%$ ($p \leq 0,05$). В то время как, при подсчете функциональных результатов в группе IV/II был получен средний функциональный результат в 65 ± 2 балла, что больше дооперационного опроса всего лишь на $35,3 \pm 1,2\%$. При сравнении результатов трехмесячного опроса между двумя группами выяснилось, что пациенты,

оперированные лишь на первом «луче» оценивали свой функциональный результат в среднем на $14,4 \pm 1,2\%$ ($p \leq 0,05$) лучше, чем пациенты второй группы (IV/II).

На следующем клиническом осмотре через 6 месяцев после операции пациенты обеих групп отметили дальнейшее прогрессивное улучшение функционального состояния стоп, что выразилось в улучшении показателей по шкале AOFAS. Так, у пациентов первой группы (IV/I) средний результат оценки функции улучшился по сравнению с первым послеоперационным опросом на 6 ± 1 баллов и составил в среднем 80 ± 3 балла, при этом превысив результат дооперационной оценки на $65,3 \pm 3,4\%$ ($p \leq 0,05$). При подсчете результатов опросника AOFAS во второй группе (IV/II) также было отмечено увеличение среднего функционального результата, который составил 85 ± 3 баллов, т.е. функциональный результат улучшился по сравнению с дооперационным опросом на $77,1 \pm 2,9\%$ ($p \leq 0,05$). Были анализированы функциональные результаты лечения пациентов обеих групп между собой – у больных второй группы (IV/II) функциональный результат по шкале AOFAS превышал результаты первой группы на $5,88 \pm 1,2\%$ ($p \leq 0,05$). При сравнении результатов опроса пациентов через 6 месяцев после операции с дооперационным опросом между группами выявлено статистически значимое превышение результатов опроса среди пациентов второй группы (IV/II) по сравнению с группой IV/I в среднем на $6,1 \pm 0,3\%$ ($p \leq 0,05$).

Через 12 месяцев после хирургического лечения проводился итоговый опрос пациентов. При этом средний функциональный результат в обеих группах пациентов вновь улучшился, по сравнению с опросниками полугодовой давности. Так среди пациентов, оперированных по традиционной методике (группа IV/I) средний функциональный результат составил 82 ± 2 балла, т.е. улучшился по сравнению со средними данными дооперационных опросников на $71,5 \pm 2,3\%$ ($p \leq 0,05$). При этом во второй группе (IV/II) средний балл составил 93 ± 1 балла, что превысило результаты до операции на $90,8 \pm 3,1\%$ ($p \leq 0,05$).

При сравнении результатов итогового опроса пациентов с дооперационным между группами выявлено статистически значимое превышение результатов

опроса среди пациентов второй группы (IV/II) по сравнению с группой IV/I в среднем на $16,1 \pm 0,9\%$ ($p \leq 0,05$).

Кроме субъективной оценки пациентами эффективности предложенной тактики хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы проанализированы отдаленные результаты хирургического лечения – количество случаев послеоперационных осложнений в процентах от общего числа операций в группах, а также количество повторных (ревизионных) операций в процентах к общему количеству операций в группе.

Таблица 4.8 – Распределение случаев рецидива метатарзалгии и повторных (ревизионных) операций в группах

<i>Критерии оценки</i>	<i>I полугодие после операции</i>		<i>II полугодие после операции</i>	
	Группа IV/I (n = 56)	Группа IV/II (n = 64)	Группа IV/I (n = 56)	Группа IV/II (n = 64)
Количество случаев послеоперационных осложнений (метатарзалгий), %	$6,25 \pm 0,6$	$3,77 \pm 0,2$	$8,15 \pm 0,6$	$4,35 \pm 0,2$
Количество ревизионных операций, %	$3,12 \pm 0,3$	$3,88 \pm 0,7$	$6,26 \pm 0,2$	$2,88 \pm 0,1$

В первой строке представленной Таблицы 4.8 отражено процентное соотношение наиболее часто встречающегося осложнения – рецидива метатарзалгии. Во второй же строке отмечено процентное соотношение количества пациентов, потребовавших выполнения ревизионных операций. Через 6 месяцев после оперативного лечения в группе IV/I жалобы предъявили $6,25 \pm 0,6\%$ пациентов, в то время как во второй (IV/II) группе пациентов метатарзалгия была выявлена лишь в $3,77 \pm 0,2\%$ случаев. При сравнении случаев рецидивирующей метатарзалгии между двумя группами было выявлено статистически значимое уменьшение случаев рецидива метатарзалгии среди пациентов второй группы (IV/II) по сравнению с группой IV/I в среднем на $2,4 \pm 0,6\%$ ($p \leq 0,05$), что, несмотря на небольшой процент, показывает значительное снижение количества случаев повторной метатарзалгии (на $39,6 \pm 0,3\%$)!

В то же время в первой (IV/I) группе пациентов за первое полугодие пришлось выполнить повторное хирургическое вмешательство в $3,12 \pm 0,3\%$ случаев. Во второй (IV/II) группе также $3,88 \pm 0,7\%$ больных вновь подверглись

хирургической коррекции. Таким образом, за первые полгода послеоперационного периода пациенты обеих групп в равной степени требовали повторных операций.

При итоговом осмотре на 12 месяце послеоперационного периода наблюдения в первой (IV/I) группе метатарзалгия беспокоила $8,15 \pm 0,6\%$ пациентов, из них почти две трети $6,26 \pm 0,2\%$ подверглись повторным вмешательствам, то время как во второй (IV/II) группе пациентов метатарзалгия была выявлена у $4,35 \pm 0,2\%$ больных, из которых лишь $2,88 \pm 0,1\%$ пациентов подверглись повторным операциям.

При сравнении случаев рецидивирующей метатарзалгии на итоговом осмотре между двумя группами было выявлено статистически значимое уменьшение случаев рецидива метатарзалгии среди пациентов второй группы (IV/II) по сравнению с группой IV/I в среднем на $4,3 \pm 0,1\%$ ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о снижении количества случаев повторной метатарзалгии почти в 2 раза (на $49,2 \pm 0,6\%$ ($p \leq 0,05$)).

Аналогично динамике изменений случаев рецидивов метатарзалгии во второй группе (IV/II) пациентов отмечается уменьшение случаев повторных операций на $47,2 \pm 0,3\%$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с группой пациентов, оперированных традиционным методом.

При анализе результатов обследования через 6 месяцев после операции (Таблица 4.8) в обеих группах пациентов было практически одинаковое количество повторных операций (группа IV/I – $3,12 \pm 0,3\%$ во второй группе – $3,88 \pm 0,7\%$), при этом, через год после операции у пациентов, оперированных только на первом луче зафиксировано почти на 1/2 больше ревизий ($6,26 \pm 0,2\%$), чем в группе IV/II, в которой было выполнено в 3 раза меньше повторных операций.

Таким образом, исследовав динамику изменений функциональных результатов лечения пациентов, оперированных по традиционной методике (группа IV/I) с оперированными в соответствии с тактикой лечения, разработанной в нашем Центре (группа IV/II) по шкалам AOFAS для переднего отдела стопы, мы пришли к выводу, что незначительное превалирование положительных функциональных результатов лечения на 3- и 6-месячных осмотрах у пациентов первой группы было связано с более длительным реабилитационным периодом у пациентов группы

IV/II, которым выполнялась коррекция всего переднего отдела стопы с применением чрескожных методик.

В тоже время, оценивая отдаленные результаты лечения (12 месяцев наблюдения) мы получили больше хороших и отличных функциональных результатов лечения в группе IV/II (в среднем на $9,1 \pm 0,2\%$ ($p \leq 0,05$)), что сопоставимо с преобладанием ревизионных операций по поводу рецидива метатарзалгии, перенесенных пациентами первой группы в период наблюдения от 6 до 12 месяцев послеоперационного периода.

За первые 6 месяцев послеоперационного периода у пациентов второй группы (IV/II) зарегистрировано более чем двукратное снижение случаев повторной метатарзалгии, чем среди пациентов, оперированных по традиционной методике.

На итоговом осмотре вновь было выявлено статистически значимое уменьшение случаев рецидива метатарзалгии среди пациентов второй группы (IV/II) по сравнению с группой IV/I более чем в два раза (на $57,6 \pm 1,2\%$ меньше ($p \leq 0,05$)).

Проанализировав отдаленные результаты хирургического лечения – количество рецидивов метатарзалгии в процентах, а также количество повторных или ревизионных операций в процентах к общему количеству операций в группах мы пришли к выводу, что предлагаемая методика предоперационного планирования позволила статистически значимо уменьшить количество отдаленных осложнений.

Таким образом, изучив данные, пациентов IV/I и IV/II групп, можно сделать вывод, что предлагаемая тактика хирургического лечения позволяет определить оптимальный набор хирургических методик для коррекции конкретных статических деформаций переднего отдела стопы. Положительный эффект данного алгоритма подтверждается статистически значимыми различиями в результатах лечения пациентов IV/I и IV/II групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в ходе работы, было выполнено комплексное клинико-экспериментальное исследование, посвященное разработке и внедрению клинико-хирургической классификации, модифицированной методики предоперационного планирования и алгоритма выбора метода хирургического лечения больных со статическими деформациями переднего отдела стопы.

Традиционные классификации поперечного плоскостопия оценивают степень поперечного плоскостопия лишь по уровню деформации первого луча или переднемедиального отдела стопы, в то время как при поперечном плоскостопии целесообразно оценивать весь передний отдел стопы. В литературе описано множество алгоритмов предоперационного планирования, основанных на традиционных классификациях, и рекомендующих при каждой степени поперечного плоскостопия выполнять конкретные хирургические вмешательства, что еще раз подчеркивает отсутствие единых подходов к хирургическому лечению статических деформация переднего отдела стопы. В то же время традиционные классификации практически не учитывают наличие и степень деформации малых лучей стопы, и хирургам приходится использовать дополнительные критерии.

В связи с этим с целью облегчения первичной диагностики на этапе клинического осмотра пациента, определения показаний для дальнейшего углубленного обследования, а в последующем и облегчения предоперационного планирования, нами в процессе исследования была разработана клинико-хирургическая классификация, основанная на визуальной (по аналогии с Манчестерской шкалой) и клинико-рентгенологической оценке статической деформации переднего отдела стопы. Она учитывала не только данные визуального осмотра, но и жалобы пациента, т.е. клинические проявления статических деформаций и позволяла диагностировать статические изменения в переднем отделе стопы методом клинического осмотра. Был проведен сравнительный адаптационный анализ соответствия разработанной классификации традиционным. Учитывая значимую корреляцию созданной клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы с традиционно используемыми хирургами, возможность определения

показаний для коррекции не только первого, но и малых лучей стопы, а также отсутствие сложных критериев оценки, можно предположить ее интуитивную простоту и преемственность использования врачами на различных этапах лечения пациентов.

Большая часть алгоритмов предоперационного планирования построена на классификациях, ориентирующихся на соотношение первых двух плюсневых костей (M1M2) и угол вальгусной деформации первого пальца (HVA). Мы же в своей работе пользовались методикой Maestro (2003), считавшего, что наиболее стабильными структурами в переднем отделе стопы являлись латеральная сесамовидная кость, ось второго луча и головка четвертой плюсневой кости. Однако, при выраженных статических деформациях (III степень клинико-хирургической классификации), сопровождающихся полным вывихом деформированных, нередко, сросшихся сесамовидных костей (IIIb степень по Михновичу), определить центр тибиальной сесамовидной кости, зачастую, не представлялось возможным. Столкнувшись с недостатками традиционной методики планирования хирургического лечения пациентов с III степенью статической деформации переднего отдела стопы, было принято решение провести комплексное клиническое исследование, посвященное разработке и внедрению модифицированного метода. Выполненный анализ историй болезни пациентов, коррекция которым была проведена после традиционной и модифицированной методик предоперационного планирования показал, что при сравнении рентгенографических показателей соответствия послеоперационных рентгенограмм предоперационному планированию хирургической коррекции деформаций переднего отдела стопы не выявлено статистически достоверной разницы ($p > 0,05$) между традиционной и предлагаемой методиками предоперационного планирования. Однако, проанализировав отдаленные результаты хирургического лечения – количество рецидивов метатарзалгии в процентах, а также количество повторных или ревизионных операций, мы пришли к выводу, что предлагаемая методика предоперационного планирования позволила статистически значимо (на 29,6% ($p \leq 0,05$)) уменьшить количество отдаленных осложнений. Таким образом, предлагаемая методика предоперационного планирования позволила

добиться почти на 10% ($p \leq 0,05$) бóльшего количества положительных функциональных оценок пациентов на отдаленных этапах наблюдения, а также, эффективно определять необходимость остеотомии плюсневых костей при выраженных статических деформациях, сопровождающихся полным вывихом сесамовидных костей и различными нарушениями длины первого и четвертого лучей стопы. Полученные данные позволяют нам рекомендовать предлагаемую методику планирования для клинического применения.

Кроме того, в отечественной и иностранной научной литературе нами не было найдено экспериментальных работ, определяющих безопасные скоростные характеристики силовых установок, применяющихся для чрескожных остеотомий в миниинвазивной хирургии стопы. Есть лишь рекомендации широко известных специалистов хирургии стопы, придерживаться скорости вращения бура в пределах от 8000 до 20000 оборотов в минуту. В связи с этим нами было проведено экспериментальное исследование, направленное на определение наиболее безопасных скоростных характеристик бура силовой установки, использующейся при чрескожной остеотомии. В результате проведенного эксперимента на животных было выяснено, что чрескожная методика остеотомии при помощи бура-роутера может применяться наряду с традиционной остеотомией осциллирующей пилой при условии, что скорость вращения роутера будет в безопасных пределах т.е. 8000–12000 об. в 1 минуту.

В ходе клинической части нашей работы ретроспективно были определены наиболее эффективные и малотравматичные методики дистальных остеотомий для разных плюсневых костей стопы. При анализе данных, полученных при изучении трех групп пациентов, которым была выполнена коррекция первой плюсневой кости при помощи шевронной остеотомии, классической методики scarf и mini-scarf остеотомии по количеству случаев «недокоррекции» и необходимости ревизионных операций на «первом луче» наибольшее количество осложнений – $13,99 \pm 0,3\%$ ($p \leq 0,05$) выявлено у пациентов, оперированных методом шевронной остеотомии. В то же время, в двух других группах пациентов случаев недокоррекции было, практически, в два раза меньше ($6,49 \pm 0,1\%$ ($p \leq 0,05$)), при этом по количеству

осложнений и недокоррекции пациенты, перенесшие scarf и мини-scarf остеотомии между собой значимо не отличались ($p = 0,5$). Также не было выявлено различий в этих группах пациентов по результатам функциональной оценки (по шкале AOFAS) на итоговых осмотрах. Однако, исследовав показатели средней длины операционной раны был сделан вывод, что наиболее травматичной методикой коррекции первой плюсневой кости является классическая остеотомия scarf (средняя длина операционной раны у пациентов, перенесших остеотомию «scarf» на $24,3 \pm 0,2\%$ больше чем у пациентов, подвергшихся шевронной остеотомии и на $25,7 \pm 0,2\%$ больше чем у пациентов, перенесших «mini-scarf» остеотомию). Таким образом, был сделан вывод, что наиболее эффективной, стабильной и малотравматичной остеотомией дистального отдела первой плюсневой кости является остеотомия «mini-scarf».

Кроме того, были изучены три группы пациентов, которым выполнялась коррекция малых лучей. При этом в первой группе II-IV плюсневые кости остеотомировали традиционной методикой Weil, а коррекция V плюсневой кости выполнялась путем шевронной остеотомии с фиксацией остеотомированных фрагментов мини-винтами; во второй группе выполнялись малоинвазивные аналогичные остеотомии, но без фиксации, а в третьей группе пациентов коррекция выполнялась чрескожным методом. Оценивая критерии травматичности операции (средняя длина кожной раны, среднее время операции), было выяснено, что средняя длина операционной раны в группе с классической остеотомией Weil была самой большой и составила 25 ± 2 мм, что сопоставимо с результатами измерений в группе пациентов, оперированных аналогично, но без фиксации остеотомированных фрагментов, а наименьшие размеры операционных ран, зафиксированы у пациентов, подвергшихся коррекции чрескожными методами – 5 ± 1 мм. Длительность операции также превалировала у пациентов первой группы (38 ± 3 минуты), в то время как пациенты, подвергшиеся малоинвазивным и чрескожным остеотомиям, проводили в операционной на треть меньше времени. В тоже время, средняя длительность реабилитационного периода после хирургической коррекции плюсневых костей различалась незначительно. Это может быть обусловлено, по нашему мнению, тем, что, несмотря на меньшую травматичность

малоинвазивной и, особенно, чрескожной методик хирургической коррекции плюсневых костей, были отмечены случаи замедленной консолидации остеотомированных фрагментов, потребовавших удлинения средних сроков реабилитационного периода в группах пациентов, оперированных по малоинвазивной и чрескожной методикам. Кроме того, у пациентов, которым была выполнена коррекция II–V плюсневых костей при помощи малоинвазивной и чрескожной остеотомии не выявлено статистически значимых различий по количеству случаев осложнений, а также ревизионных операций. При оценке итогового функционального результата лечения (по шкалам AOFAS для переднего отдела стопы) у пациентов всех групп не выявлено статистически значимых различий.

Таким образом, в ходе анализа данных групп пациентов выявлено, что чрескожная остеотомия малых лучей является наиболее безопасной и малотравматичной с минимальным риском осложнений.

Проведенный в нашем исследовании анализ накопленного клинического опыта позволил предложить новый алгоритм выбора оптимального метода хирургической коррекции статической деформации для каждого конкретного клинического случая. Выработанный алгоритм выбора методики хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы позволяет хирургу, овладевшему вышеуказанными техниками операций, поэтапно выполняя коррекцию соответственно предоперационному плану, наиболее полно устранить все виды статических деформаций переднего отдела стопы.

В основе предложенного алгоритма выбора операции лежали такие факторы как степень статической деформации переднего отдела стопы, определяемая на основании разработанной клинико-хирургической классификации, наличие *hallux valgus interphalangeus*, характер патологических изменений малых лучей стопы. Обязательным условием применения нашего алгоритма является описанная в работе методика предоперационного планирования, которая позволяет определить необходимость коррекции всего переднего отдела стопы. При этом алгоритм указывает на наиболее приемлемые операции в каждом конкретном случае. Так при II степени производили коррекцию только первого луча. При выявлении превышения

значений углов M1M2 ($> 10^\circ$), M1P1 ($> 12^\circ$) и PASA ($> 8^\circ$) мы выполняли остеотомию mini-scarf, которая позволяла нам устранить данные деформации, а кроме того, при необходимости выполнить плантаризацию, укорочение или удлинение головки первой плюсневой кости. Если же выявлялась еще и вальгусная деформация первого пальца (HVIA $> 10^\circ$), то выполняли ее коррекцию путем остеотомии типа Akin.

III степень статической деформации указывала на то, что помимо первого луча, будет выполняться коррекция и малых лучей. При этом при предоперационном планировании, соответственно критериям Maestro, определялись плюсневые кости, подлежащие коррекции, а также направление их смещения. Метод коррекции определен на основании вышеизложенных исследований – чрескожная остеотомия без фиксации остеотомированных фрагментов по типу Weil. При необходимости коррекции пятой плюсневой кости мы применяли чрескожную шевронную остеотомию. Молоткообразная деформация латеральных пальцев требовала выполнения резекционной артропластики межфаланговых суставов.

С целью оценки эффективности предложенной тактики хирургического лечения статических деформаций переднего отдела стопы были изучены результаты субъективной оценки пациентами лечения (по шкале AOFAS). А также исследованы послеоперационные осложнения – количество рецидивов метатарзалгии и повторных или ревизионных операций в процентах к общему количеству операций. Были сравнены группы пациентов, оперированных изолированно на первом «луче» и с применением созданной тактики хирургического лечения. В ходе анализа полученных данных мы пришли к выводу, что пациенты, подвергшиеся коррекции с применением разработанной тактики, на итоговом осмотре имели значимо лучший функциональный результат лечения (на $17,1 \pm 0,9\%$ ($p \leq 0,05$) больше чем в группе сравнения), более чем в два раза (на $57,6 \pm 1,2\%$ меньше ($p \leq 0,05$)) меньшее количество случаев рецидива метатарзалгии, а также предлагаемая тактика хирургической коррекции позволила статистически значимо (на $47,2 \pm 0,3\%$ ($p \leq 0,05$)) уменьшить количество ревизионных операций.

Таким образом, предлагаемая тактика хирургического лечения позволяет определить оптимальный набор хирургических методик для коррекции конкретных статических деформаций переднего отдела стопы. Положительный эффект данного алгоритма подтверждается статистически значимыми различиями в результатах сравнительного анализа лечения пациентов с выраженными статическими деформациями переднего отдела стопы.

Успешное применение разработанной тактики хирургической коррекции в практике лечения больных с различными степенями статической деформации переднего отдела стопы позволяют рекомендовать ее для клинического использования.

Проведенное комплексное исследование позволило предложить для использования в клинической практике новую клинико-хирургическую классификацию и модифицированную методику предоперационного планирования, определить наиболее эффективные и малотравматичные техники дистальных остеотомий плюсневых костей и обосновать целесообразность применения их для лечения больных с разными степенями статической деформации.

Применение предложенной тактики хирургического лечения позволило улучшить результаты и сократить сроки лечения больных с различными степенями статических деформаций переднего отдела стопы, что обеспечило достижение цели нашего диссертационного исследования.

ВЫВОДЫ

1. В разработанной клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы к I степени следует относить больных с клинико-рентгенологическими признаками вальгусной деформации первого пальца, но без функциональных нарушений; ко II степени – больных с клиническими проявлениями деформации ТОЛЬКО первого «луча» стопы; к III степени – больных с клиническими признаками деформации первого и II–V «лучей» стопы в любой комбинации.

2. В ходе предоперационного планирования при выраженных статических деформациях переднего отдела стопы (III степень по разработанной клинико-хирургической классификации), сопровождающихся полным вывихом сесамовидных костей, целесообразно проводить перпендикуляр к продольной оси стопы не от латеральной сесамовидной кости, а от центра головки 4 плюсневой кости (M4S).

3. Для коррекции дистального отдела первой плюсневой кости наиболее эффективной, стабильной и малотравматичной остеотомией является остеотомия «mini-scarf»; для устранения деформаций II–V «лучей» наиболее безопасными и малотравматичными являются чрескожные модификации остеотомии Weil для II–IV «лучей» и шевронной остеотомии – для V «луча».

4. Чрескожная методика остеотомии при помощи бура-роутера может применяться наряду с остеотомией осциллирующей пилой при условии, что скорость вращения роутера будет в безопасных пределах 8000–12000 об. в 1 минуту. Дальнейшее увеличение скорости вращения бура (от 16000 об. в 1 минуту) приводит к формированию псевдоартрозов, частота которых прямо коррелирует скорости роутера.

5. Предлагаемая тактика хирургического лечения на основе предложенной клинико-хирургической классификации, модифицированной методики предоперационного планирования и алгоритма выбора хирургических методов коррекции статических деформаций переднего отдела стопы позволила на 14,1% улучшить функциональные результаты лечения, на 53% уменьшить количество случаев рецидива метатарзалгии, а также на 46% уменьшить количество ревизионных операций.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Анализ проведенных исследований позволяет рекомендовать применение клинико-хирургической классификации статических деформаций переднего отдела стопы как на этапе первичной диагностики больных с поперечным плоскостопием, так и для клинического использования при выборе оптимальной методики хирургической коррекции. При этом к I степени статической деформации переднего отдела следует относить стопы только лишь с визуальными проявлениями деформации с периодически возникающим болевым синдромом в проекции первого луча стопы, при этом могут проявляться рентгенологические признаки статической деформации первого луча стопы: $M1M2 - 10-14^\circ$; $HVA - 15-20^\circ$. II степень – пациенты с клиническими признаками статической деформации только первого луча стопы. При этом $M1M2 - >15^\circ$, а $HVA - >20^\circ$. При III степени деформации у пациентов выявляются клинические признаки статической деформации первого и латеральных «лучей» стопы в различных сочетаниях.

Модифицированную методику предоперационного планирования рекомендуется применять при выраженной статической деформации переднего отдела стопы (III степень клинико-хирургической классификации), сопровождающейся полным вывихом сесамовидных костей (IIIb степень по Михновичу), а также при гипоплазии M4 или при гиперплазии первой плюсневой кости, когда латеральная сесамовидная кость тоже расположена дистально. Суть измененного алгоритма заключается в том, что отправной точкой при построении плюсневой параболы, является перпендикуляр к продольной оси M2, проведенный через центр головки M4. Эта поперечная линия (M4S) является основой модифицированной методики предоперационного планирования. Для расчета плюсневой параболы необходимо учитывать геометрическую прогрессию (критерии Maestro), но начинать отсчет от головки 4 плюсневой кости в обратном порядке ($M4 < M3$; $M4 > M5$; $M3 < M2$; $M2 \geq M1$).

При чрескожных остеотомиях плюсневых костей скорость вращения роутера должна находиться в безопасных пределах т.е. 8000–12000 об. в 1 минуту.

При необходимости коррекции угла M1M2 (II-III степень клинико-хирургической классификации) целесообразно применять остеотомию «mini-scarf», которая позволяет нормализовать углы M1M2 и PASA, а кроме того, при необходимости выполнить плантаризацию, укорочение или удлинение головки первой плюсневой кости. При наличии вальгусной деформации первого пальца (HVIA > 10°), необходимо выполнить остеотомию основной фаланги первого пальца типа Akin. При III степени статической деформации помимо первого луча, требуется коррекция малых лучей, необходимость которой определяется в соответствии с модифицированной методикой предоперационного планирования. Для II–IV лучей – чрескожная остеотомия без фиксации остеотомированных фрагментов по типу Weil. При необходимости коррекции пятой плюсневой кости целесообразно использовать чрескожную шевронную остеотомию. При наличии молоткообразной деформации латеральных пальцев необходима резекционная артропластика межфаланговых суставов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

M1-M5 – 1–5-я плюсневые кости

M1M2 (IMA) – (first intermetatarsal angle) первый межплюсневый угол

M1P1 – первый плюснефаланговый угол

ПФС 1 – первый плюснефаланговый сустав

ПКС 1 – первый плюснеклиновидный сустав

HVA (hallux valgus angle) или MIP1 – угол вальгусного отклонения первого пальца или угол между проксимальной фалангой первого пальца и первой плюсневой костью – образован осями первой плюсневой кости (M1) и проксимальной фаланги первого пальца (P1)

M1M5 – угол открытия переднего отдела стопы – образован осями первой (M1) и пятой (M5) плюсневых костей

HVIA – (Hallux valgus interphalangeus angle) – угол наклона дистальной фаланги относительно основной фаланги первого пальца

PASA (DMAA) – (Proximal Articular Set Angle) – угол наклона проксимальной суставной поверхности ПФС1

TASA (DM2AA) – (Tangential Angle to the Second Axis) – тангенциальный угол второго луча (угол между суставной поверхностью первой плюсневой кости и продольной осью второй плюсневой кости)

DASA – (Distal Articular Set Angle) – угол наклона дистальной суставной поверхности ПФС1 (основания основной фаланги первого пальца)

ВВЭ – военно-врачебная экспертиза

ЧДМДО – чрескожная дистальная метадиафизарная остеотомия плюсневой кости при помощи бура высоко-оборотистой силовой установки

DMMIO (distal metatarsal minimal invasive osteotomy) – дистальная малоинвазивная остеотомия плюсневой кости)

«ГВКГ им. ак. Н.Н. Бурденко» МО РФ – Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко Министерства обороны Российской Федерации

ЦТиО – центр травматологии и ортопедии ФГБУ «ГВКГ им. ак. Н.Н. Бурденко» МО РФ

ПАО – патологоанатомическое отделение ФГБУ «ГВКГ им. ак. Н.Н. Бурденко» МО РФ

МО РФ – Министерство обороны Российской Федерации

АOFAS –Американское ортопедическое общество хирургии стопы и голеностопного сустава

TVDH – total valgus deformity of the hallux (суммарная деформация первого луча M1M2 + HVIA)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бережной, С. Ю. «Подлежащий» пятый палец стопы (quintus varus infraductus): описание деформации, классификация, чрескожное хирургическое лечение / С. Ю. Бережной // Московский хирургический журнал. – 2012. – № 4 (26). – С. 19–23.
2. Бережной, С. Ю. Возможности остеотомии основной фаланги в чрескожной хирургии грубых вальгусных деформаций первого пальца стопы / С. Ю. Бережной // Сборник научных трудов «Мединцентр. Факты». – 2011. – С. 280–287.
3. Бережной, С. Ю. Минимально инвазивная хирургия болезненных межпальцевых мозолей стоп / С. Ю. Бережной // Московский хирургический журнал. – 2011. – № 6 (22). – С. 35–38.
4. Бережной, С. Ю. Повторные операции в хирургии 37 деформаций переднего отдела стопы: проспективное исследование 48 стоп / С. Ю. Бережной, О. Н. Ямщиков // Вестник Тамбовского Университета. Серия Естественные и технические науки. – 2012. – Т. 17, №2. – С. 624–629.
5. Бережной, С. Ю. Чрескожное хирургическое лечение болезненных межпальцевых мозолей стоп / С. Ю. Бережной // Стационарозамещающие технологии: «Амбулаторная хирургия». – 2011. – № 3-4 (43-44). – С. 20–21.
6. Бережной, С. Ю. Чрескожный артродез медиального плюснеклиновидного сустава как способ лечения осложненного гнойной раной рецидива деформации стопы (клинический случай) / С. Ю. Бережной // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 9, №1. – С. 60–62.
7. Бобров, Д. С. Диафизарная корригирующая остеотомия scarf в лечении деформаций стоп / Д. С. Бобров [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2012. – № 1. – С. 16–19.
8. Гамолин, С. В. Совершенствование хирургической тактики при лечении больных с поперечным плоскостопием : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.55 / Гамолин Сергей Викторович. – СПб., 2011.

9. Годунов, С. Ф. Анатомия и биомеханика поперечно-распластанной стопы / С. Ф. Годунов, Л. Д. Швиндт // Протезирование и протезостроение. – 1962. – № 4. – С. 35–42.
10. Еремеев, О. В. Подходы к хирургическому лечению вальгусной деформации 1 пальца стоп в отделении ортопедии СТОБ / О. В. Еремеев, П. В. Филимендинов, О. В. Шевчук // Гений ортопедии. – 2001. – № 2. – С. 103–104.
11. Журавлев, А. А. Хирургическое лечение Hallux valgus / А. А. Журавлев, В. В. Кудрявцев // 60 лет на службе охраны здоровья населения Красноярского края: Материалы научно-практической конференции. – 2002. – С. 137–138.
12. Карданов, А. А. Влияние угла наклона суставной поверхности первой плюсневой кости на результат хирургического лечения hallux valgus (рентгенологический аспект) / А. А. Карданов, Н. В. Загородний, Л. Г. Макинян, М. П. Лукин // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2007. – С. 44–48.
13. Карданов, А. А. Оперативное лечение деформаций и заболеваний костей и суставов первого луча стопы : дис. ... д-ра мед. наук : 14.0.22 / Карданов Андрей Асланович. – М., 2009. – 222 с.
14. Карданов, А. А. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты / А. А. Карданов, Л. Г. Макинян, М. П. Лукин. – М. : Медпрактика-М, 2008. – С. 103.
15. Карданов, А. А. Хирургия переднего отдела стопы в схемах и рисунках / А. А. Карданов. – М. : Медпрактика-М, 2012. – С. 143.
16. Корж, Н. А. Современные рентгенанатомические параметры в диагностике поперечно-распластанной деформации переднего отдела стопы / Н. А. Корж, Д. В. Прозоровский, К. К. Романенко // Травма. – 2009. – Т. 10, № 4. – С. 445–450.
17. Крамаренко, Г. Н. Наш опыт хирургического лечения поперечного плоскостопия и hallux valgus / Г. Н. Крамаренко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1973. – № 9. – С. 11–15.
18. Краснов, А. Ф. Сухожильно-мышечная пластика при лечении поперечного плоскостопия: Состояние сухожильно-мышечного аппарата при травмах и

ортопедических заболеваниях / А. Ф. Краснов, С. Г. Герасимов // Куйбышев. – 1980. – С. 108–112.

19. Миронов, С. П. Стандартизированные исследования в травматологии и ортопедии / С. П. Миронов, Э. Р. Маттис, В. В. Троценко. – М. : Новости, – 2008. – С. 88.

20. Модифицированная операция McBride в лечении больных с вальгусной деформацией первых пальцев стоп / Н. В. Загородний, В. Г. Процко, А. А. Карданов, В. А. Дирин // Вестник РУДН. – 2002. – № 4. – С. 73–76.

21. Мухін, В. М. Фізична реабілітація: Підручник для вузів / В. М. Мухін // Олімпійська література. – 2005. – № 6. – С. 367–369.

22. Некоторые аспекты хирургического лечения деформаций переднего отдела стоп / Н. В. Загородний, А. А. Карданов, Л. Г. Макинян [и др.] // Вестник РУДН: серия Медицина. – 2008. – № 6. – С. 151–155.

23. Оперативное лечение метатарзалгии / Н.В. Загородний, С. Б. Шевченко, А. А. Карданов [и др.] // Материалы 3-го Международного Конгресса «Современные технологии в травматологии и ортопедии». – 2006. – С. 270.

24. Опыт комбинированного выполнения операций McBride и Austin / А. А. Карданов, Л. Г. Макинян, М. П. Лукин, А. С. Петросян // Материалы 3-го Международного конгресса «Современные технологии в травматологии и ортопедии». – 2006. – С. 275.

25. Постановление Правительства РФ от 04.07.2013 № 565 (ред. от 14.12.2018) «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе».

26. Процко, В. Г. Выбор оптимального оперативного метода при вальгусной деформации первого пальца стопы : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Процко Виктор Геннадиевич. – М., 2004.

27. Тertyшник, С. С. Оперативное лечение деформаций переднего отдела стопы при hallux valgus : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Тertyшник Сергей Сергеевич. – Курган, 2011.

28. Усольцев, И. В. Проблемы диагностики и хирургического лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы (обзор литературы) / И. В. Усольцев, С. Н. Леонова // *Acta Biomedica Scientifica*. – 2017. – Т. 2, № 6 (118).
29. Юнкеров, В. И., Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В. И. Юнкеров, С. Г. Григорьев // *ВМедА*. – 2002. – С. 266.
30. A biomechanical comparison of the Z step-cut and basilar crescentic osteotomies of the first metatarsal / A. S. Newman, J. P. Negrine, M. Zevovic [et al.] // *Foot Ankle Int*. – 2000. – Vol. 21. – P. 584–587.
31. A comparison of nonweight-bearing and weight-bearing radiographs of the foot / Mj. Shereff, L. Digiovanni, Fj. Bejjani [et al.] // *Foot Ankle*. – 1990 – Vol. 10. – P. 306.
32. A radiographic analysis of the contribution of hallux valgus interphalangeus to the total valgus deformity of the hallux / A. Strydom, N. P. Saragas, P. N. Ferrao // *Foot Ankle Surg*. – 2017. – Vol. 23 (1). – P. 27–31.
33. Adams, P. F. Current estimates from the National Health Interview Survey / P. F. Adams, G. E. Hendershot, M. A. Marano // *National Center for Health Statistics. Vital Health Stat*. –1999. – N 10. – P. 1–203.
34. Akin, O. The treatment of hallux valgus: a new operative procedure and its results / O. Akin // *Med. Sentinel*. – 1925. – Vol. 33. – P. 678–679.
35. Alexander, I. J. The assessment of dynamic foot-to-ground contact forces and plantar pressure distribution: a review of the evolution of current techniques and clinical applications / I. J. Alexander, E. Y. Chao, K. A. Johnson // *Foot Ankle*. – 1990. – Vol. 11. – P. 152–167.
36. Anesthesia and post-operative analgesia after percutaneous hallux valgus repair in ambulatory patients / F. Adam, E. Pellé-Lancien, T. Bauer // *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation*. – 2012. – Vol. 31. – P. 265–268.
37. Angular correction and complications of proximal first metatarsal osteotomies for hallux valgus deformity / R. Schuh, M. Willegger, J. Holinka [et al.] // *Int. Orthop*. – 2013. – N 37(9). – P. 1771–1780.
38. Arthroscopy-assisted correction of hallux valgus deformity / T. H. Lui, K. B. Chan, H. T. Chow [et al.] // *Arthroscopy*. –2008. – Vol. 24 – P. 875–880.

39. Avascular necrosis following distal Chevron osteotomy of the first metatarsal / M. A. Green, M. F. Dorris, T. P. Baessler [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 1993. – Vol. 32. – P. 617–622.
40. Avascular necrosis of the first metatarsal head: incidence in distal osteotomy combined with lateral soft tissue release / D. A. Peterson, J. L. Zilbergarb, M. A. Greene, R. C. Colgrove // Foot Ankle Int. – 1994. – Vol. 15. – P. 59–63.
41. Axt, M. Late results of the Keller-Brandes operation for hallux valgus / M. Art, M. Wildner, A. Reichelt // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 1993. – Vol. 112. – P. 266–269.
42. Barouk, L. S. Forefoot reconstruction / L. S. Barouk. – 2nd ed. – Paris : Springer, 2005. – 388 p.
43. Barouk, L. S. Scarf Osteotomy of the First Metatarsal in the Treatment of Hallux Valgus / L. S. Barouk // Foot Dis. – 1995. – Vol. 2. – P. 35–48.
44. Barouk, L. S. Scarf osteotomy for hallux valgus correction: local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures / L. S. Barouk // Foot Ankle Clin. – 2000. – Vol. 5. – P. 525–558.
45. Barroco, R. Avaliação da relação dos metatarsais na biomecânica de 332 pés normais pelo método de mensuração dos seus comprimentos relativos / R. Barroco, C. Nery, G. Favero // Rev. Bras. Ortop. – 2011. – Vol. 46. – P. 431–438.
46. Bevernage. D. B. Predictive value of radiographic measurements compared to clinical examination / D. B. Bevernage, T. Leemrijse // Foot Ankle Int. – 2008. – Vol. 29. – P. 142–149.
47. Blum, J. L. The modified Mitchell osteotomy-bunionectomy: indications and technical considerations / J. L. Blum // Foot Ankle Int. – 1994. – Vol. 15. – P. 103–106.
48. Borton, D. Basal Metatarsal Osteotomy for Hallux Valgus / D. Borton, M. Stephens // Journal of Bone and Joint surgery. – 1994. – Vol. 76. – P. 204–209.
49. Bosch osteotomy and scarf osteotomy for hallux valgus correction / N. Maffulli, U. G. Longo, F. Oliva [et al.] // Orthop. Clin. North. Am. – 2009. – Vol. 40. – P. 515–524.

50. Bosch, P. Hallux valgus correction by the method of Bösch: a new technique with a seven-to-ten-year follow-up / P. Bosch, S. Wanke, R. Legenstein // *Foot Ankle Clin.* – 2000. – Vol. 5. – P. 485–498.

51. Bosch, P. Technik und erste Ergebnisse der subkutanen distalen Metatarsale-I-Osteotomie / P. Bosch, H. Markowski, V. Rannicher // *Orthopaedische Praxis.* – 1990. – Vol. 26. – P. 51–56.

52. Briggs, T. W. Mitchell's osteotomy using internal fixation and early mobilization / T. W. Briggs, P. Smith, T. B. McAuliffe // *J. Bone Joint Surg.* – 1992. – Vol. 74. – P. 137–139.

53. Brodsky, J. W. Salvage first MTP arthrodesis utilizing ICBG: clinical evaluation and outcome / J. W. Brodsky, A. J. Ptaszek, S. G. Morris // *Foot Ankle Int.* – 2000. – Vol. 21. – P. 290–296.

54. Burg, A. Do weight-bearing films affect decision making in hallux valgus surgery? / A. Burg, O. Hadash // *J. Foot Ankle Surg.* – 2012. – Vol. 51. – P. 293–295.

55. Burutaran, J. M. Hallux valgus y cortedad anatomica del primer metatarsano (correction quirurgica) / J. M. Burutaran // *Actual. Med. Chir. Pied.* – 1976. – Vol. 13. – P. 261–266.

56. Chlodo, C. P. Clinical results with the Ludloff osteotomy for correction of adult hallux valgus / C. P. Chlodo, L. C. Schon, M. S. Myerson // *Foot Ankle Int.* – 2004. – Vol. 25. – P. 532–536.

57. Clarke, M. Trouble with Feet / M. Clarke. – G. Bell & Son Ltd, 1969. – P. 87.

58. Clinical rating system for the Ankle-Hindfoot, Midfoot, Hallux, and Lesser Toes / H. B. Kitaoka, I. J. Alexander, R. S. Adelaar [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1994. – Vol. 15 (7). – P. 349–353.

59. Coetzee, J. C. Surgical strategies: scarf osteotomy for hallux valgus / J. C. Coetzee, P. Rippstein // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28. – P. 529–535.

60. Coetzee, J. C. The Lapidus procedure: a prospective cohort outcome study / J. C. Coetzee, D. Wickum // *Foot Ankle Int.* – 2004. – Vol. 25. – P. 526–531.

61. Coetzee, J. C. Scarf osteotomy for hallux valgus repair: the dark side / J. C. Coetzee // *Foot Ankle Int.* – 2003. – Vol. 24. – P. 29–33.

62. Coillard, J. Y. Distal percutaneous metatarsus osteotomy: surgical procedure and preliminary results / J. Y. Coillard, O. Laffenetre // *Rev. Chir. Orthop. App. Mot.* – 2004. – Vol. 6. – P. 90–120.
63. Coillard, J. Y. Traitement chirurgical des métatarsalgies statiques par ostéotomie mini-invasive (DMMO). Chirurgie mini-invasive et percutanée du pied / J. Y. Coillard // *Sauramps médical Ed.* – 2009. – P. 127–134.
64. Comparison of Chevron osteotomy and modified McBride bunionectomy for correction of mild to moderate hallux valgus deformity / J. E. Johnson, T. O. Clanton, D. E. Baxter, M. S. Gottlieb // *Foot Ankle.* – 1991. – Vol. 12. – P. 61–68.
65. Condon, F. The first intermetatarsal angle in hallux valgus: an analysis measurement reliability and the error involved / F. Condon, M. Kaliszer // *Foot and Ankle Int.* – 2002. – Vol. 22 (8). – P. 717–721.
66. Correction of Tailor's bunion with the Bosch technique: a retrospective study / R. Legenstein, J. Bonomo, W. Huber, P. Bosch // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28. – P. 799–803.
67. Coughlin, M. J. Hallux valgus in men: part II: first ray mobility after bunioneectomy and factors associated with hallux valgus deformity / M. J. Coughlin, P. S. Shurnas // *Foot Ankle Int.* – 2003. – Vol. 24. – P. 73–78.
68. Coughlin, M. J. Hallux valgus / M. J. Coughlin, R. A. Mann // *Surgery of the foot and ankle* / M. J. Coughlin, R. A. Mann, C. L. Saltzman. – 8th ed. – Philadelphia, 2007. – 2258 p.
69. Coughlin, M. J. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment / M. J. Coughlin // *Foot Ankle Int.* – 1995. – Vol. 16. – P. 682.
70. Coughlin, M. J. Mann's surgery of the foot and ankle / M. J. Coughlin, C. Saltzman, R. Anderson. – Saunders, 2014. – 698 p.
71. Coughlin, M. J. The reliability of angular measurements in hallux valgus deformities / M. J. Coughlin, E. Freund // *Foot and Ankle Int.* – 2001. – Vol. 22 (5). – P. 369–379.

72. Coughlin, M. J. Treatment of hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: evaluation of double and triple first ray osteotomies / M. J. Coughlin, R. E. Carlson // *Foot Ankle Int.* – 1999. – Vol. 20. – P. 762–770.
73. Coull, R. Operative decision making in hallux valgus / R. Coull, M. M. Stephens // *Current Orthop.* – 2002. – Vol. 16. – P. 180–186.
74. De Lavigne, C. The treatment of hallux valgus with the mini-invasive technique / C. De Lavigne, S. Guillo, O. Laffenêtre, M. De Prado // *Interactive Surgery.* – 2007. – N 2 (1). – P. 31–37.
75. Deceptions in hallux valgus: what to look for to limit failures / K. T. Lee, Y. U. Park, H. Jegal [et al.] // *Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19. – P. 361–370.
76. Dereymaeker, G. Scarf osteotomy for correction of hallux valgus: surgical technique and results as compared to distal chevron osteotomy / G. Dereymaeker // *Foot Ankle Clin.* – 2000. – Vol. 5. – P. 513–524.
77. Diagnosis and treatment of first metatarsophalangeal joint disorders / J. V. Vanore, J. C. Christensen, S. R. Kravitz [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2003. – Vol. 42. – P. 112–123.
78. Distal chevron osteotomy with distal soft tissue procedure for moderate to severe hallux valgus deformity / L. B. Bai, K. B. Lee, C. Y. Seo [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2010. – Vol. 31. – P. 683–688.
79. Easley, M. E. Current concepts review: hallux valgus part I: pathomechanics, clinical assessment, and nonoperative management / M. E. Easley, H. J. Trnka // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28. – P. 654–659.
80. Elveru, R. A. Goniometric reliability in a clinical setting: subtalar and ankle joint measurements / R. A. Elveru, J. M. Rothstein, R. L. Lamb // *Phys. Ther.* – 1988. – Vol. 68. – P. 672.
81. Evarts, C. M. Surgery of the musculoskeletal system / C. M. Evarts. – New York : Churchill Livingstone, 1983.
82. Faber, F. Mobility of the first tarsometatarsal joint in hallux valgus patients: a radiographic analysis / F. Faber, G. L. Kleinrensink, P. Mulder, J. A. Verhaar // *Foot Ankle Int.* – 2001. – Vol. 22 (12). – P. 965–969.

83. Factors associated with hallux valgus in a population-based study of older women and men: the MOBILIZE Boston Study / U. D. Nguyen, H. J. Hillstrom, W. Li [et al.] // *Osteoarthritis Cartilage*. – 2010. – Vol. 18. – P. 41–46.
84. Fanous, R. N. Minimally invasive arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux rigidus / R. N. Fanous, S. Ridgers, A.H. Sott // *Foot Ankle Surg.* – 2014. – Vol. 20. – P. 170–173.
85. Ferrao, P. N. Rotational and opening wedge basal osteotomies / P. N. Ferrao, N. P. Saragas // *Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19. – P. 203–221.
86. Foot pain and disability in older persons: an epidemiologic survey / F. Benvenuti, L. Ferrucci, J. M. Guralnik [et al.] // *J. Am. Geriatr. Soc.* – 1995. – Vol. 43. – P. 479–484.
87. Forefoot morphotype study and planning method for forefoot osteotomy / M. Maestro, J. Besse, M. Ragusa, E. Berthonnaud // *Foot Ankle Clin.* – 2003. – Vol. 8. – P. 695–710.
88. Franco, A. H. Pes cavus and pes planus analyses and treatment / A. H. Franco // *Physical. Therapy*. – 1987. – Vol. 67 (5). – P. 688–694.
89. Giannetras, N. J. *Foot disorders* / N. J. Giannetras. – Philadelphia : Lea & Febiger, 1973.
90. Glynn, M. K. The Mitchell distal metatarsal osteotomy for hallux valgus / M. K. Glynn, J. B. Dunlop, D. Fitzpatrick // *J. Bone Joint Surg.* – 1980. – Vol. 62. – P. 188–191.
91. Hallux rigidus: joint preserving alternatives to arthrodesis – a review of the literature / H. Polzer, S. Polzer, M. Brumann [et al.] // *World J. Orthop.* – 2014. – Vol. 5. – P. 6–13.
92. Hallux valgus and first ray mobility: a cadaveric study / M. J. Coughlin, C. P. Jones, R. Viladot [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2004. – Vol. 25. – P. 537–544.
93. Hallux valgus surgery: the minimally invasive bunion correction (SERI)Tech / S. Giannini, F. Ceccarelli, R. Bevoni, F. Vannini // *Foot Ankle Surg.* – 2003. – Vol. 2. – P. 11–20.

94. Hallux valgus surgery: the minimally invasive bunion correction / S. Giannini, R. Bevoni, F. Vannini [et al.] // *Minimally Invasive Surgery in Orthopedics*. – 2010. – P. 463–471.
95. Hallux valgus: effectiveness and safety of minimally invasive surgery. A systematic review / N. Maffulli, U. G. Longo, A. Marinozzi, V. Denaro // *Br. Med. Bull.* – 2011. – Vol. 97. – P. 149–167.
96. Hardy, R. H. Observations on hallux valgus: based on a controlled series / R. H. Hardy, J. Cr. Clapham // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1951. – Vol. 33. – P. 376.
97. Hattrup, S. J. Chevron osteotomy: analysis of factors in patients' dissatisfaction / S. J. Hattrup, K. A. Johnson // *Foot Ankle*. – 1985. – Vol. 5. – P. 327–332.
98. Hawkins, F. B. Correction of hallux valgus by metatarsal osteotomy / F. B. Hawkins, C. L. Mitchell, C. W. Hedrick // *J. Bone Joint Surg.* – 1945. – Vol. 27. – P. 387–394.
99. Helal, B. Surgery for adolescent hallux valgus / B. Helal, S. K. Gupta, P. Gojaseni // *Acta. Orthop. Scand.* – 1974. – Vol. 45 (2). – P. 271–295.
100. Henry, J. Distal osteotomy of the lateral metatarsal: a series of 72 cases comparing the Weil osteotomy and the DMMO percutaneous osteotomy / J. Henry, J. L. Besse, M. H. Fessy // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2001. – Vol. 97. – P. 57–65.
101. Hintermann, B. Pronation in runners. Implications for injuries / B. Hintermann, B. M. Nigg // *Sports Med.* – 1998. – Vol. 26 (3). – P. 169–176.
102. Hirsch, B. E. Structural biomechanics of the foot bones / B. E. Hirsch // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 1991. – Vol. 81 (7). – P. 338–343.
103. Horne, G. Chevron osteotomy for the treatment of hallux valgus / G. Horne, T. Tanzer, M. Ford // *Clin. Orthop.* – 1984. – Vol. 183. – P. 32–36.
104. Jahss, M. H. The sesamoids of the hallux / M. H. Jahss // *Clin. Orthop.* – 1981. – Vol. 157. – P. 88.
105. Kadakia, A. R. Radiographic results after percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus deformity / A. R. Kadakia, J. P. Smerek, M. S. Myerson // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28. – P. 355–360.

106. Kato, S. The etiology of hallux valgus in Japan / S. Kato, S. Watanabe // Clin Orthop. – 1981. – Vol. 157. – P. 78–81.
107. Kelikian, H. Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia / H. Kelikian. – WB Saunders, 1965. – P. 112.
108. Keller resection arthroplasty for treatment of hallux valgus deformity: increased correction with fibular sesamoidectomy / B. G. Donley, R. A. Vaughn, K. A. Stephenson, E. G. Richardson // Foot Ankle Int. – 2002. – Vol. 23. – P. 699–703.
109. Kilmartin, T. E. Combined rotation scarf and Akin osteotomies for hallux valgus: a patient focussed 9 year follow up of 50 patients / T. E. Kilmartin, C. O'Kane // J. Foot Ankle Res. – 2010. – Vol. 15. – P. 3–5.
110. Kilmartin, T. E. Metatarsus primus varus: a statistical study / T. E. Kilmartin, R. L. Barrington, W. A. Wallace // J. Bone Joint Surg. Br. – 1991. – Vol. 73. – P. 937.
111. Kitaoka, H. B. Chevron osteotomy of lesser metatarsals for intractable plantar callosities / H. B. Kitaoka, G. L. Patzer // J. Bone Jt. Surg. – 1998. – P. 519–518.
112. Klaue, K. Clinical, quantitative assessment of first tarsometatarsal mobility in the sagittal plane and its relation to hallux valgus deformity / K. Klaue, S. T. Hansen, A. C. Masquelet // Foot Ankle Int. – 1994. – Vol. 15. – P. 9–13.
113. Lam, S. L. A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population / S. L. Lam, A. R. Hodgson // J. Bone Joint Surg. – 1958. – Vol. 40. – P. 1058–1062.
114. Lavigne, C. D. The treatment of hallux valgus with the mini-invasive technique / C. D. Lavigne, S. Guillo, O. Laffenêtre, M. D. Prado // Interactive Surgery. – 2007. – Vol. 2 (1). – P. 31–37.
115. Leemrijse, T. La chirurgie de l'hallux valgus en 2005. Chirurgie conventionnelle, mini-invasive ou percutanée? Uni- ou bilatérale? Hospitalisation ou ambulatoire? / T. Leemrijse, B. Valtin, J. L. Besse // Rev. Chir. Orthop. Reparatrice. Appar. Mot. – 2008. – Vol. 94. – P. 111–127.
116. Lelievre, J. Pathologie du pied / J. Lelievre. – 4th edition. – Paris : Masson, 1981. – 868 p.

117. Lui, T. H. Endoscopic distal soft-tissue release in the treatment of hallux valgus: a cadaveric study / T. H. Lui, K. B. Chan, L. K. Chan // *Arthroscopy*. – 2010. – Vol. 26. – P. 1111–1116.
118. Lui, T. H. First metatarsophalangeal joint arthroscopy in patients with hallux valgus / T. H. Lui // *Arthroscopy*. – 2008. – Vol. 24. – P. 1122–1129.
119. Maffuli, N. Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle / N. Maffuli, M. Easley. – London; Dordrecht; Heidelberg; New York : Springer, 2011. – 14 p.
120. Mann, R. A. Adult hallux valgus / R. A. Mann, M. J. Coughlin. – 7th ed. – St. Louis : Mosby Inc., 1999. – Vol. 1. – P. 150–269.
121. Mann, R. A. Hallux valgus: etiology, anatomy, treatment and surgical considerations / R. A. Mann, M. J. Coughlin // *Clin. Orthop.* – 1981. – Vol. 157. – P. 31–41.
122. Mann, R. A. Relationship of metatarsophalangeal joint fusion on the intermetatarsal angle / R. A. Mann, D. A. Katcherian // *Foot Ankle*. – 1989. – Vol. 10. – P. 8–11.
123. Mann, R. A. Hallux valgus repair: DuVries modified McBride procedure / R. A. Mann, L. Pfeffinger // *Clin. Orthop.* – 1991. – Vol. 272. – P. 213–218.
124. Mann, R. A. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy: a long-term follow-up / R. A. Mann, S. Rudicel, S. C. Graves // *J. Bone Joint Surg.* – 1992. – Vol. 74. – P. 124–129.
125. Markbreiter, L. A. Proximal metatarsal osteotomy in hallux valgus correction: a comparison of crescentic and chevron procedures / L. A. Markbreiter, F. M. Thompson // *Foot Ankle Int.* – 1997. – Vol. 18. – P. 71–76.
126. Mathematical model for pre-operative planning of linear and closing-wedge metatarsal osteotomies for the correction of hallux valgus / F. Bettazzoni, A. Leardini, V. Parenti-Castelli, S. Giannini // *Med. Biol. Eng. Comput.* – 2004. – Vol. 42 (2). – P. 209–215.
127. McBride, E. D. A conservative operation for bunions/ E. D. McBride // *J. Bone Joint Surg.* – 1928. – Vol. 10. – P. 735–739.
128. McBride, E. D. Hallux valgus, bunion deformity; its treatment in mild, moderate and severe stages / E. D. McBride // *Int. Coll. Surg.* – 1954. – Vol. 21 (11). – P. 99–105.
129. McBride, E. D. The conservative operation for bunions, end results and refinement of technic / E. D. McBride // *J. Am. Med. Assoc.* – 1935. – Vol. 105. – P. 1164–1168.

130. Mechanical comparison of cyclic loading in five different first metatarsal shaft osteotomies / J. I. Acevedo, V. J. Sammarco, H. R. Boucher [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2002. – Vol. 23. – P. 711–716.
131. Meier, P. J. The risks and benefits of distal first metatarsal osteotomies / P. J. Meier, J. E. Kenzora // *Foot Ankle.* – 1985. – Vol. 6. – P. 7–17.
132. Menz, H. B. Foot and ankle surgery in Australia: a descriptive analysis of the Medicare Benefits Schedule database, 1997–2006 / H. B. Menz, M. Gilheany, K. Landorf // *J. Foot Ankle Res.* – 2008. – Vol. 1. – P. 10–16.
133. Menz, H. B. Foot pain impairs balance and functional ability in community-dwelling older people / H. B. Menz, S. R. Lord // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2001. – Vol. 91. – P. 222–229.
134. Menz, H. B. Gait instability in older people with hallux valgus / H. B. Menz, S. R. Lord // *Foot Ankle.* – 2005. – Vol. 26. – P. 483–489.
135. Menz, H. B. Radiographic validation of the Manchester scale for the classification of hallux valgus deformity // H. B. Menz, S. E. Munteanu // *Rheumatology.* – 2005. – Vol. 44. – P. 1061–1066.
136. Menz, H. B. The contribution of foot problems to mobility impairment and falls in community-dwelling older people / H. B. Menz, S. R. Lord // *J. Am. Geriatr. Soc.* – 2001. – Vol. 49. – P. 1651–1656.
137. Mesure radiographique du DMAA: étude de reproductibilité et de validité / X. Cassagnaud, P. Barouk, H. Baudson [et al.] // *Rev. Chir. Orthop.* – 2002. – Vol. 89 (5). – P. 94–96.
138. Minimally invasive forefoot surgery: a cadaveric study / V. Dhukaram, C. A. Prasthofer, K. P. Upadhyay // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33. – P. 1139–1144.
139. Modified Austin procedure for correction of hallux valgus / H. J. Trnka, A. Zembsch, H. Weisauer [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1997. – Vol. 18. – P. 119–127.
140. Modified chevron osteotomy for hallux valgus / R. E. Donnelly, C. L. Saltzman, T. A. Kile, K. A. Johnson // *Foot Ankle Int.* – 1994. – Vol. 15. – P. 642–645.
141. Modified technique of distal metatarsal osteotomy for hallux valgus / I. S. Oh, M. K. Kim, K. Y. Lim, J. H. Bae // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28. – P. 527–528.

142. Morton, D. J. Hypermobility of the first metatarsal bone: the interlinking factor between metatarsalgia and longitudinal arch strains / D. J. Morton // J. Bone Joint Surg. – 1928. – Vol. 10. – P. 187–196.
143. Myerson, M. D. Metatarsocuneiform arthrodesis for treatment of hallux valgus and metatarsus primus varus / M. D. Myerson // Orthopaedics. – 1990. – Vol. 13. – P. 1025–1031.
144. Myerson, M. S. Hypermobility of the first ray / M. S. Myerson, A. Badekas // Foot Ankle Clin. – 2000. – Vol. 5. – P. 469–484.
145. Nery, C. Biplanar chevron osteotomy / C. Nery, R. Barroco, C. Réssio // Foot Ankle Int. – 2002. – Vol. 23. – P. 792–798.
146. Nix, S. E. Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis/ S. E. Nix, M. Smith, B. Vicenzino // J. Foot Ankle Res. – 2010. – Vol. 3(1). – P. 21.
147. Novel, G. H. Pedographie beim Diabetischen Fuß / G. H. Novel // Orthopädie Technik. – 2000. – Vol. 3. – P. 185–186.
148. Nyska, M. Principles of first metatarsal osteotomies / M. Nyska // Foot Ankle Clin. – 2001. – Vol. 6. – P. 399–408.
149. Percutaneous bunionette correction / F. Michels, J. V. Bauwheder, S. Guillo [et al.] // Foot Ankle Surg. – 2013. – Vol. 19. – P. 9–14.
150. Percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus surgical technique / B. Magnan, R. Bortolazzi, E. Samaila [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2006. – Vol. 88. – P. 135–148.
151. Percutaneous distal osteotomy of the fifth metatarsal for correction of bunionette / B. Magnan, E. Samaila, M. Merlini [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2011. – Vol. 93. – P. 2116–2122.
152. Perera, A. M. The pathogenesis of hallux valgus / A. M. Perera, L. Mason, M.M. Stephens // J. Bone Joint Surg. Am. – 2011. – Vol. 93. – P. 1650–1661.
153. Physiological factors and medications as predictors of injurious falls by elderly people: a prospective population-based study / K. Koski, H. Luukinen, P. Laippala, S. L. Kivela // Age Ageing. – 1996. – Vol. 25 – P. 29–38.

154. Piclet, B. Traitement chirurgical percutané des déformations des orteils latéraux. Chirurgie mini-invasive et percutanée du pied / B. Piclet // Sauramps médical Ed. – 2009. – P. 157–167.
155. Piggott, H. The natural history of hallux valgus in adolescence and early life / H. Piggott // J. Bone Joint Surg. Br. – 1960. – Vol. 42. – P. 749.
156. Pinney, S. J. Surgical treatment of mild hallux valgus deformity: the state of practice among academic foot and ankle surgeons / S. J. Pinney, K. R. Song, L. B. Chou // Foot Ankle Int. – 2006. – Vol. 27. – P. 970–973.
157. Pinney, S. J. Surgical treatment of severe hallux valgus: the state of practice among academic foot and ankle surgeons / S. J. Pinney, K. R. Song, L. B. Chou // Foot Ankle Int. – 2006. – Vol. 27. – P. 1024–1029.
158. Portaluri, M. Hallux valgus correction by the method of Bösch: a clinical evaluation / M. Portaluri // Foot Ankle Clin. – 2000. – Vol. 5. – P. 499–511.
159. Potter, H. G. The hallux sesamoids revisited / H. G. Potter, H. Pavlov, T. G. Abrahams // Skeletal. Radiol. – 1992. – Vol. 21. – P. 437.
160. Pouliart, N. Clinical and radiological evaluation of Wilson osteotomy for hallux valgus / N. Pouliart, P. Haentjens, P. Opdecam // Foot Ankle Int. – 1996. – Vol. 17. – P. 388–394.
161. Preoperative Planning and Intraoperative Technique for Accurate Translation of a Distal First Metatarsal Osteotomy // J. Foot Ankle Surg. – 2016. – Vol. 55 (1). – P. 49–54.
162. Prise en charge des métatarsalgies statiques par ostéotomies distales percutanées: suivi prospectif de 222 pieds / V. Darcel, L. Villet, D. Chauveaux, O. Laffenêtre. – Sauramps Ed., 2009. – P. 229–242.
163. Prospective, randomized comparison of proximal crescentic and proximal chevron osteotomies for correction of hallux valgus deformity / M. E. Easley, G. M. Kiebzak, W. H. Davis, R. B. Anderson // Foot Ankle Int. – 1996. – Vol. 17. – P. 307–316.
164. Proximal metatarsal osteotomies: a comparative geometric analysis conducted on sawbone models / M. Nyska, H. J. Trnka, B. G. Parks, M. S. Myerson // Foot Ankle Int. – 2002. – Vol. 23. – P. 938–945.

165. Radiographic features that enable assessment of first metatarsal rotation: the role of pronation in hallux valgus / S. Eustace, J. O'Byrne, J. Stack [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 1993. – Vol. 22. – P. 153.
166. Reeves, C. Complications of Hallux Valgus Surgery / C. Reeves, A. Shane // *Complications in Foot and Ankle Surgery.* – 2017. – Vol. 1. – P. 135–149.
167. Regnault, B. *The Foot (Techniques Chirurgicals du Pied)* / B. Regnault. – New York : Springer-Verlag, 1986.
168. Result of arthrodesis of the hallux metatarsophalangeal joint using bone graft for restoration of length / M. S. Myerson, L. C. Schon, F. X. McGuigan, A. Ozgur // *Foot Ankle Int.* – 2000. – Vol. 21. – P. 297–306.
169. Robinson, A. H. Modern concepts in the treatment of hallux valgus / A. H. Robinson, J. P. Limbers // *J. Bone Joint Surg.* – 2005. – N 87 (8). – P. 1038–1045.
170. Roddy, E. Prevalence and associations of hallux valgus in a primary care population / E. Roddy, W. Zhang, M. Doherty // *Arthritis Rheum.* – 2008. – N 59. – P. 857–862.
171. Ross, F. D. The relationship of abnormal foot pronation to hallux abducto valgus: a pilot study / F. D. Ross // *Prosthet. Orthot. Int.* – 1986. – Vol. 10. – P. 72.
172. Roukis, T. S. Minimum incision metatarsal osteotomies / T. S. Roukis, V. L. Schade // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2008. – Vol. 25. – P. 587–607.
173. Roukis, T. S. Percutaneous and minimum incision metatarsal osteotomies: a systematic review / T. S. Roukis // *J. Foot Ankle Surg.* – 2009. – Vol. 48. – P. 380–387.
174. Salvage of a failed Keller resection arthroplasty / F. Machacek Jr., M. E. Easley, F. Gruber [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 2004. – Vol. 86. – P. 1131–1138.
175. Sangeorzan, B. J. Modified Lapidus procedure for hallux valgus / B. J. Sangeorzan, S. T. Hansen // *Foot Ankle.* – 1989. – Vol. 9. – P. 262–266.
176. Saro, C. Outcome after distal metatarsal osteotomy for hallux valgus: a prospective randomized controlled trial of two methods / C. Saro, B. Andrén, Z. Wildemyr, L. Felländer-Tsai // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28. – P. 778–787.
177. Scarf osteotomy for hallux valgus. A prospective clinical and pedobarographic study / S. Jones, H. A. Al Hussainy, F. Ali [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2004. – Vol. 86 (6). – P. 830–836.

178. Scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus: a review of 123 cases with 4.8 years of follow-up / M. Fresion, L. E. Gayet, G. Bouche [et al.] // *Rev. Chir. Orthop. Repar. Appar. Mot.* – 2005. – Vol. 91. – P. 257–266.
179. Schaff, P. S. An overview of foot pressure measurement systems / P. S. Schaff // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1993. – Vol. 10. – P. 403–415.
180. Schneider, W. Keller procedure and chevron osteotomy in hallux valgus: five-year results of different surgical philosophies in comparable collectives / W. Schneider, K. Knahr // *Foot Ankle Int.* – 2002. – Vol. 23. – P. 321–329.
181. Scranton, P. E. Metatarsalgia diagnosis and treatment / P. E. Scranton // *J. Bone Joint Surg.* – 1980. – N 62. – P. 723.
182. Seringe, R. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte / R. Seringe, P. Wicart, E. Toullec. – Paris : Elsevier Masson, 2010. – 314 p.
183. Shereff, M. Extraosseous and intraosseous arterial supply to the first metatarsal and MTP joint / M. Shereff, Q. Yang, F. Kummer // *Foot Ankle.* – 1987. – Vol. 8. – P. 82–91.
184. Silver, D. The operative treatment of hallux valgus / D. Silver // *J. bone joint surg.* – 1923. – N 5. – P.225–232.
185. Simple bunionectomy with medial capsulorrhaphy / H. B. Kitaoka, M. G. Franco, A. L. Weaver, D. M. Ilstrup // *Foot Ankle.* – 1991. – Vol. 12. – P. 86–91.
186. Smith, A. M. Perioperative complications of the Scarf osteotomy / A. M. Smith, T. Alwan, M. S. Davies // *Foot Ankle Int.* – 2003. – Vol. 24. – P. 222–227.
187. Smith, R. W. Hallux valgus assessment: report of Research Committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society / R. W. Smith, J. C. Reynolds, M. J. Stewart // *Foot Ankle.* – 1984. – Vol. 5. – P. 92.
188. Srivastava, S. Radiographic angles in hallux valgus: comparison between manual and computer-assisted measurements / S. Srivastava, N. Chockalingam, T. El Fakhri // *J. Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 49(6). – P. 523–528.
189. Stephens, M. M. Pathogenesis of hallux valgus / M. M. Stephens // *Eur. J. Foot Ankle Surg.* – 1994. – Vol. 1. – P. 7–10.

190. Suresh, S. S. Scarf osteotomy – Is it the procedure of choice in hallux valgus surgery? A preliminary report / S. S. Suresh // *Oman Med. J.* – 2007. – Vol. 22 (3). – P. 47–50.
191. Surgery vs orthosis vs watchful waiting for hallux valgus: a randomized controlled trial / M. Torkki, A. Malmivaara, S. Seitsalo [et al.] // *JAMA.* –2001. – N 285. – P. 2472–2480.
192. Talbot, K. D. Assessing sesamoid subluxation: how good is the AP radiograph? / K. D. Talbot, C. L. Saltzman // *Foot Ankle Int.* – 1998. – Vol. 19. – P. 547.
193. The effect of screw type on the biomechanical properties of SCARF and crescentic osteotomies of the first metatarsal / I. Popoff, J. P. Negrine, M. Zecovic [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* –2003. – Vol. 42. – P. 161–164.
194. The effects of a new foot-toe orthosis in treating painful hallux valgus / S. F. Tang, C. P. Chen, J. L. Pan [et al.] // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2002. – N 83. – P. 1792–1795.
195. The Grading of Hallux Valgus. The Manchester Scale / A. P. Garrow, A. Papageorgiou, A. J. Silman [et al.] // *Journal of the American Podiatric Medical Association.* – 2001. – Vol. 91. – P. 74–78.
196. The Ludloff metatarsal osteotomy: guidelines for optimal correction based on a geometric analysis conducted on a sawbone model / M. Nyska, H. J. Trnka, B. G. Parks, M. S. Myerson // *Foot Ankle Int.* –2003. – Vol. 24. – P. 34–39.
197. The measurement of pressures under the foot / T. Duckworth, R. P. Belts, C. I. Franks, J. Burke // *Foot Ankle.* – 1982. – Vol. 3. – P. 130–141.
198. The minimally invasive hallux valgus correction (S.E.R.I.) / S. Giannini, F. Vannini, C. Faldini [et al.] // *Interactive Surgery.* – 2007. – Vol. 1. – P. 17–23.
199. The minimally invasive osteotomy “S.E.R.I.” (simple, effective, rapid, inexpensive) for correction of bunionette deformity / S. Giannini, C. Faldini, F. Vannini [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2008. – Vol. 29. – P. 282–286.
200. The modified Wilson osteotomy for hallux valgus / P. Keogh, J. S. Jaishanker, R. J. O’Connell, M. Whity // *Clin. Orthop.* – 1990. – Vol. 255. – P. 263–267.

201. The SCARF osteotomy for the correction of hallux valgus deformities / K. H. Kristen, C. Berger, S. Steizig [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2002. – Vol. 23. – P. 221–229.
202. The scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus deformity: a review of 84 cases / X. Crevoisier, E. Mouhsine, V. Ortolano [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2001. – Vol. 22. – P. 970–976.
203. The SERI distal metatarsal osteotomy and scarf osteotomy provide similar correction of hallux valgus / S. Giannini, M. Cavallo, C. Faldini [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2013. – N 471 (7). – P. 2305–2311.
204. Tinetti, M.E. Risk factors for falls among elderly persons living in the community / M. E. Tinetti, M. Speechley, S. F. Ginter // *N. Engl. J. Med.* – 1988. – N 319. – P. 1701–1707.
205. Treatment of hallux valgus deformity / L. Fraissler, C. Konrads, M. Hoberg [et al.] // *EFORT Open Rev.* – 2016. – N 1. – P. 295–302.
206. Vallier, G. T. The Keller resection arthroplasty: a 13 year experience / G. T. Vallier, S. A. Petersen, M. O. La Grone // *Foot Ankle.* – 1991. – Vol. 11. – P. 187–194.
207. Valtin, B. Les osteotomies metatarsiennes. In: *Traitement chirurgical de l'hallux valgus. Table ronde* / B. Valtin // *Chir. Orthop. Masson.* – 1997. – N 83. – P. 34–35.
208. Valtin, B. Quelle osteotomie pour quell hallux valgus? Table ronde sur «Les osteotomies de premier metatarsien dans le traitement chirurgical de l'hallux valgus» / B. Valtin // *Chir. Pied. Expansion Scientifiq ue Francaise.* – 1994. – Vol. 10 (2). – P. 121–128.
209. Van Enoo, R. E. Minimal incision surgery: a plastic technique or a cover-up? / R. E. Van Enoo, E. M. Cane // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1986. – Vol. 2. – P. 321–335.
210. Viladot, A. Metatarsalgia due to biomechanic alterations of the forefoot / A. Viladot // *Orthop. Clin. North. Am.* – 1973. – Vol. 4. – P. 165.
211. Wapner, K. L. Nonoperative treatment of posterior tibial tendon dysfunction / K. L. Wapner, W. Chao // *Clin. Orthop.* – 1999. – N 365. – P. 39–45.
212. Weil, L. S. Modified Scarf bunionectomy: our experience in more than 1000 cases / L. S. Weil, A. N. Borelli // *J. Foot Surg.* – 1991. – Vol. 30. – P. 609–622.

213. Weil, L. S. Scarf osteotomy for correction of hallux valgus. Historical perspective, surgical technique and results/ L. S. Weil // *Foot Ankle Clin.* – 2000. – Vol. 5 (3). – P. 559.

214. Weil, L. S. Scarf osteotomy for correction of hallux valgus: historical perspective, surgical technique and results / L. S. Weil // *Foot Ankle Clin.* – 2000. – Vol. 5. – P. 59–80.

215. White, D. L. Minimal incision approach to osteotomies of the lesser metatarsals for treatment of intractable keratosis, metatarsalgia, and tailor's bunion / D. L. White // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1991. – Vol. 8(1). – P. 25–39.

216. Whitford, D. A randomized controlled trial of two types of in-shoe orthoses in children with flexible excess pronation of the feet / D. Whitford, A. Esterman // *Foot and Ankle International* (University of South Australia, Spencer Gulf Rural Health School). – 2007. – Vol. 28 (6). – P. 715–723.

217. Woodle, A. S. Preoperative planning for hallux valgus bunion surgery: photonics versus templates / A. S. Woodle // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1989. – Vol. 6 (1). – P. 27–45.

218. Wooster, M. Effect of sesamoid position on long-term results of hallux abducto valgus surgery / M. Wooster, B. Davies, A. Catanzariti // *J. Foot Surg.* – 1990. – N 29. – P. 543–550.

219. Zygmunt, K. H. Z-bunionectomy with internal screw fixation / K. H. Zygmunt, C. J. Gudas, G. S. Laros // *J. Am. Podiatr Med. Assoc.* – 1989. – Vol. 79, N 7. – P. 322–329.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Балльно-оценочная таблица первого луча и первого пальца AOFAS.

Таблица А.1 – Балльно-оценочная таблица первого луча и первого пальца AOFAS

<i>Параметры</i>	<i>Кол-во баллов</i>	<i>Результат</i>
Болевой синдром – 45 баллов		
Болевого синдрома нет	40	
Умеренный, случайный болевой синдром	30	
Умеренный, ежедневный болевой синдром	20	
Острый, тяжелый, постоянно присутствующий болевой синдром	0	
Функция – 45 баллов		
<i>Ограничения активности</i>		
Нет ограничений	10	
Нет ограничения повседневной активности, таких как обязательное использование, есть ограничение реабилитационной активности	7	
Ограничение повседневной и реабилитационной активности	4	
Тяжелое ограничение ежедневной и реабилитационной активности	0	
<i>Требования к обуви</i>		
Фешенебельные, обычные ботинки (ношение без ортопедических стелек)	10	
Обувь с применением ортопедических стелек	5	
Ортопедическая обувь или ортез	0	
<i>Объем движений в плюснефаланговом суставе (тыльное плюс подошвенное сгибание) в градусах</i>		
Норма или небольшое ограничение (75 ° или больше)	10	
Умеренное ограничение (30–74 °)	5	
Выраженное ограничение (меньше чем 30 °)	0	
<i>Объем движений в межфаланговом суставе (подошвенное сгибание):</i>		
Отсутствие ограничения	5	
Выраженное ограничение (меньше чем 10°)	0	
<i>Стабильность плюснефалангового и межфалангового суставов (во всех направлениях):</i>		
Стабильный	5	
Нестабильный	0	

Продолжение таблицы А.1

<i>Параметры</i>	<i>Кол-во баллов</i>	<i>Результат</i>
Мозоль в области плюснефалангового и межфалангового суставов первого пальца		
Отсутствует или присутствует, но без клинических проявлений	5	
Мозоль с клиническими проявлениями	0	
Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности – 15 баллов		
Опороспособный первый палец стопы, хорошо адаптированный к поверхности	15	
Некоторое нарушение адаптации первого пальца стопы к поверхности, отсутствие симптоматики	8	
Грубое снижение опороспособности, наличие симптоматики	0	
<u>Итого:</u>		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

**Балльно-оценочная таблица 2–5-го пальцев стопы, плюснефаланговых
и межфаланговых суставов AOFAS**

Таблица Б.1 – Балльно-оценочная таблица 2–5-го пальцев стопы, плюснефаланговых и межфаланговых суставов AOFAS

<i>Параметры</i>	<i>Кол-во баллов</i>	<i>Результат</i>
Болевой синдром – 45 баллов		
Болевого синдрома нет	40	
Умеренный, случайный болевой синдром	30	
Умеренный, ежедневный болевой синдром	20	
Острый, тяжелый, постоянно присутствующий болевой синдром	0	
Функция – 45 баллов		
<i>Ограничения активности</i>		
Отсутствие ограничений	10	
Нет ограничения повседневной активности, но имеется ограничение активности в период реабилитации	7	
Ограничение повседневной активности и активности в период реабилитации	4	
Выраженное ограничение повседневной активности и при реабилитации	0	
<i>Требования к обуви</i>		
Фешенебельные, обычные ботинки (ношение без ортопедических стелек)	10	
Обувь с применением ортопедических стелек	5	
Ортопедическая обувь или ортез	0	
<i>Объем движений в плюснефаланговом суставе (тыльное плюс подошвенное сгибание) в градусах</i>		
Норма или небольшое ограничение (75 ° или больше)	10	
Умеренное ограничение (30–74 °)	5	
Выраженное ограничение (меньше чем 30 °)	0	
<i>Объем движений в межфаланговом суставе (подошвенное сгибание)</i>		
Отсутствие ограничения	5	
Выраженное ограничение (меньше чем 10°)	0	
<i>Стабильность плюснефалангового и межфалангового суставов (во всех направлениях)</i>		
Стабильный	5	

Продолжение таблицы Б.1

<i>Параметры</i>	<i>Кол-во баллов</i>	<i>Результат</i>
Болевой синдром – 45 баллов		
Очевидна нестабильность или способность смещаться	0	
<i>Мозоль в области плюснефалангового и межфалангового суставов первого пальца</i>		
Отсутствует или присутствует, но без клинических проявлений	5	
Мозоль с клиническими проявлениями	0	
Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности – 15 баллов		
Опороспособные 2–5-й пальцы стопы, хорошо адаптированный к поверхности	15	
Некоторое нарушение адаптации 2–5-го пальцев стопы к поверхности, отсутствие симптоматики	8	
Грубое снижение опороспособности, наличие симптоматики.	0	
<u>Итого:</u>		